

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
der Universität München

Direktor: Professor Dr.med.J.Lissner

Vergleichende Messungen der Speicherung und
Clearance von ^{99m}Tc und ^{131}Jod
durch die Schilddrüse

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wolfgang Stratmann
aus Oberhausen

München 1976



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie
der Universität München

Direktor: Professor Dr.med.J.Lissner

Vergleichende Messungen der Speicherung und
Clearance von ^{99m}Tc und ^{131}J
durch die Schilddrüse



Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Wolfgang Stratmann
aus Oberhausen

München 1976



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: PD Dr. H. G. Heinze

Mitberichterstatter: Prof. Dr. Lissner

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 23. 11. 76

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
2.	Physiologie und Patienten	5
2.1.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung	5
2.1.1.	Physiologie	5
2.1.2.	Patienten	9
2.2.	Blande Strumen	10
2.2.1.	Physiologie	10
2.2.2.	Patienten	11
2.3.	Hyperthyreosen	13
2.3.1.	Physiologie	13
2.3.2.	Patienten	14
2.4.	Adenome	15
2.4.1.	Physiologie	15
2.4.2.	Patienten	16
3.	Untersuchungsmethoden	17
3.1.	Durchführung	17
3.2.	Mathematische Berechnung	22
3.2.1.	Kalibrierung	22
3.2.2.	Ermittlung des Umrechnungsfaktors	22
3.2.3.	Uptake	28
3.2.4.	Clearance - Berechnung	30
3.3.	Meßanordnung	33
3.4.	Protokoll	37
4.	Ergebnisse	40
4.1.	Messungen mit ^{99m}Tc	40
4.1.1.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung	40
4.1.1.1.	^{99m}Tc - Uptake	40

4.1.1.2.	^{99m}Tc - Clearance	45
4.1.2.	Blande Strumen	48
4.1.2.1.	^{99m}Tc - Uptake	48
4.1.2.2.	^{99m}Tc - Clearance	54
4.1.3.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blande Strumen	57
4.1.3.1.	^{99m}Tc - Uptake	57
4.1.3.2.	^{99m}Tc - Clearance	58
4.1.4.	Hyperthyreosen	59
4.1.4.1.	^{99m}Tc - Uptake	59
4.1.4.2.	^{99m}Tc - Clearance	64
4.1.5.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und Hyperthyreosen	68
4.1.5.1.	^{99m}Tc - Uptake und - Clearance	68
4.1.6.	Adenome	70
4.1.6.1.	^{99m}Tc - Uptake	70
4.1.6.2.	^{99m}Tc - Clearance	74
4.1.7.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen, Hyperthyreosen und Adenome	77
4.1.7.1.	^{99m}Tc - Uptake	77
4.1.7.2.	^{99m}Tc - Clearance	78
4.2.	Messungen mit ^{131}J	80
4.2.1.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung	80
4.2.1.1.	^{131}J - Uptake	80
4.2.1.2.	^{131}J - Clearance	84
4.2.2.	Blande Strumen	87
4.2.2.1.	^{131}J - Uptake	87
4.2.2.2.	^{131}J - Clearance	91

4.2.3.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blande Strumen	94
4.2.3.1.	^{131}J - Uptake	94
4.2.3.2.	^{131}J - Clearance	95
4.2.4.	Hyperthyreosen	97
4.2.4.1.	^{131}J - Uptake	97
4.2.4.2.	^{131}J - Clearance	102
4.2.5.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und Hyperthyreosen	106
4.2.5.1.	^{131}J - Uptake und - Clearance	106
4.2.6.	Adenome	108
4.2.6.1.	^{131}J - Uptake	108
4.2.6.2.	^{131}J - Clearance	111
4.2.7.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen, Hyperthyreosen und Adenome	114
4.2.7.1.	^{131}J - Uptake	114
4.2.7.2.	^{131}J - Clearance	116
4.3.	Vergleich von Uptake und Clearance für $^{99\text{m}}\text{Tc}$ und ^{131}J	118
4.3.1.	Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen	118
4.3.2.	Hyperthyreosen	121
4.3.3.	Adenome	124
5.	Diskussion	127
5.1.	Allgemeines	127
5.2.	Methodik	128
5.3.	Ergebnisse	130
5.3.1.	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ - Uptake	130
5.3.2.	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ - Clearance	135

5.3.3.	^{131}J - Uptake	137
5.3.4.	^{131}J - Clearance	139
5.3.5.	Vergleich	142
5.4.	Schlußfolgerung	144
6.	Strahlenbelastung	145
7.	Zusammenfassung	146

1. EINLEITUNG

Seit Beginn des 19. Jahrhunderts ist die enge physiologische Beziehung des Jods zur Schilddrüse bekannt. 1895 wurde der Jodreichtum dieses Organs von BAUMANN beschrieben. 4 Jahre später beschrieb OSTWALD als erster das jodhaltige Protein des Kolloids, das er Thyreoglobulin nannte. Daraus hydrolysierte KENDALL 1915 das Thyroxin, dessen Strukturaufklärung durch HARINGTON 1926 erfolgte (87).

Nachdem 1934 von FERMI das radioaktive Isotop ^{128}J gewonnen wurde, setzte sofort die biologische Bearbeitung des Zusammenhanges zwischen Jodstoffwechsel und Schilddrüsenfunktion ein. In diesen Jahren entwickelte Georg Karl von HEVESHY die Methode der radioaktiven Indikatoren (Tracer-Prinzip) und bekam dafür 1943 den Nobelpreis. Zur gleichen Zeit studierten HERTZ, ROBERTS und EVANS die Physiologie der Schilddrüse mit Hilfe des kurzlebigen ^{128}J , das eine Halbwertszeit von 2,3 h hat (53).

Diese biochemischen und medizinischen Fortschritte waren erst möglich durch die Entdeckung der Radioaktivität durch BECQUEREL und das Ehepaar CURIE 1898, die erste künstliche Kernumwandlung 1919 durch RUTHERFORD und schließlich die Entdeckung der Kernspaltung durch HAHN 1938 (97).

Als schließlich HAMILTON gemeinsam mit SOLAY (41) das relativ langlebige ^{131}J mit einer Halbwertszeit von

8,1 Tagen zur Untersuchung der Schilddrüsenfunktion angewandt, war die Grundlage für die später folgenden Funktionsteste - hier vor allem der Zweiphasen-Stoffwechseltest mit ^{131}J (55,73,80,96,108) geschaffen.

Zunächst ging es vornehmlich um Aufnahmestudien des ^{131}J , (2,4,41,59,109), dann aber ging man auch an die Bestimmung der Clearance der Schilddrüse mit dem Isotop ^{131}J , was in zahlreichen Arbeiten beschrieben wurde (12,17,77,78).

Aus der Arbeit der Gruppen von MYANT (77,78) und BERSON (12,13) stammen die theoretischen und praktischen Grundlagen der Kinetik von Radiojodid. Eine vereinfachte, aber für praktische Zwecke ausreichende Methodik zur Bestimmung der thyreoidalen Radiojodidclearance wurde von WAYNE und Mitarb. angegeben (107). Von diesen Autoren wurde die Aufnahme 1 - 4 Stunden nach intravenöser Radiojodgabe zweimal im Abstand von 1 - 2 Stunden gemessen und zwischen den beiden Meßpunkten die Gesamtaktivität einer Plasmaprobe bestimmt, daraus wurde die Clearance ermittelt.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ Technetium (Pertechnetat) wird mit seiner Einführung durch HARPER (42) in zunehmendem Maße bei der Schilddrüsenscintigraphie eingesetzt (343,68,70,94,100). SHIMMINS (94) analysierte extern über der Schilddrüse registrierte Aktivitätskurven graphisch und bestimmte daraus die unidirektionale Clearance.

Fragestellung:

Im Folgenden wird die Aufnahmekinetik und die Clearance von ^{99m}Tc und ^{131}J mit einer Szintillationscamera (ANGER-Camera) bei einer Untersuchungszeit von 20 min vergleichend untersucht, um zu prüfen, inwieweit diese Substanzen durch die Schilddrüse in der Initialphase gleichartig behandelt werden.

Um zu einem ausführlichen Vergleich beider radioaktiver Substanzen zu kommen, haben wir zunächst Uptake und Clearance ausschließlich von ^{99m}Tc bei

1. Euthyreosen
2. Strumen
3. Hyperthyreosen
4. Adenomen

vergleichend gegenübergestellt, dann haben wir das gleiche Verfahren für ^{131}J angewandt.

Sinn und Zweck dieser Arbeit sollte es sein, Funktionsprüfungen zu erhalten, bei denen die Patienten

- 1.) einer geringeren Strahlenbelastung
- 2.) einer zeitlich kurzen Untersuchung ausgesetzt sind
und bei denen
- 3.) eine treffsichere Diagnose gestellt werden kann.

Der Radiojod-2-Phasen-Test nach HORST sei - so behaupten mehrere Autoren (34,35,38,40,48,55,73,75,80,96,108) - für eine gezielte Funktionsprüfung unzureichend.

So schreibt z.B. GLÖBEL (38), daß die hierbei gemessenen

Größen der ^{131}J -Aufnahme in der Schilddrüse und der Konversionsrate auf Erfahrungswerte bezogen werden, die jedoch je nach Jodgehalt der Nahrung größeren Schwankungen unterworfen sind (40). Untersucher aus Jodmangelgebieten (35,40,46,47,48,49) beobachteten seit langer Zeit eine geringere Treffsicherheit des Zweiphasenstudiums mit ^{131}J .

Die Schwankungen der Werte zeigen bereits, daß sowohl die ^{131}J -Aufnahme als auch die Konversionsrate keine eigentlichen physiologischen Größen sind, sondern lediglich Parameter, die der Messung relativ leicht zugänglich sind und die unter bestimmten Bedingungen einen Rückschluß auf die Schilddrüsenfunktion erlauben. Es ist aber ohne weiteres einleuchtend, daß diese Schlußweise unsicher sein muß. Neben diesem prinzipiellen Nachteil gibt es noch weitere Argumente, die gegen den Zweiphasentest und für eine andere Form der Funktionsprüfung sprechen.

2. PHYSIOLOGIE und PATIENTEN

2.1. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung

2.1.1. Physiologie

Die Schilddrüse hat die Aufgabe, zwei Hormone zu produzieren und zu sezernieren: das L-Thyroxin und das L-Trijodthyronin. Beide sind Stoffwechselhormone. Die Wirkung dieser Schilddrüsenhormone besteht vor allem in einer Beschleunigung der oxydativen Prozesse sämtlicher Zellen, so daß es zu einer Erhöhung des Grundumsatzes kommt.

Die Funktion der Schilddrüse und ihrer beiden Hormone hängt von zwei integrierten Prozessen ab,

1. vom Jodstoffwechsel

2. vom Reglermechanismus (74).

Mit der Nahrung nimmt ein erwachsener Mensch etwa 50 - 200 µg Jod pro Tag zu sich, ein Teil kann auch durch die Atemluft oder die Haut in der Körper gelangen. Das Jodid wird sehr rasch durch die Darmwand resorbiert, in die Schilddrüse gelangen durchschnittlich 75 µg J^- pro Tag.

Das von der Schilddrüse aufgenommene Jod wird in die Aminosäure Tyrosin eingebaut. Es entstehen die beiden Hormone L-Trijodthyronin und L-Tetrajodthyronin - T_3 und T_4 . Diese Hormone stehen dem Stoffwechsel nach Abgabe ins Blut zur Verfügung.

Abbildung 1 veranschaulicht die Hormonsynthese in der Schilddrüse.

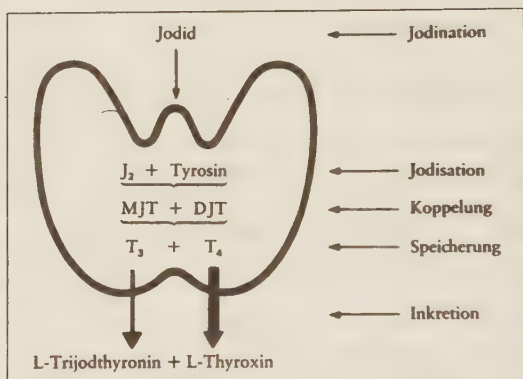


Abb. 1: Hormonsynthese in der Schilddrüse (nach 74)

Das von der normalen Schilddrüse bevorzugt sezernierte Hormon ist das Thyroxin, das zu etwa 99% an Eiweiß gebunden ist und eine Halbwertszeit von ca. 7 Tagen besitzt. Dagegen ist das Trijodthyronin nur zu ca. 50% an Eiweiß gebunden und hat eine Halbwertszeit von nur ca. 20 Stunden. Das Verhältnis von Trijodthyronin zu Thyroxin beträgt ca. 1:6 bis 1:10, d.h. das T_3 dient kurzfristigen Bedarfsspitzen, das T_4 dagegen dem langfristigen Konsum (20,74,99).

Die an die Transporteiweißkörper gebundenen Hormone können als "eiweißgebundenes Hormonjod" (=protein bound iodine = PBJ) chemisch bestimmt werden (74,87).

Die Normalwerte liegen für das PBJ zwischen 4,0 - 8,0 $\mu\text{g}\%$,

für das T_4 zwischen 4,5 - 10 $\mu\text{g}/100$ ml Serum und für das sogenannte freie T_3 (T_3 -Uptake) bei 25 - 35% für Männer und 24 - 34% für Frauen (20,110).

Da der Stoffwechsel die Hormone "konsumiert", bestimmt er auch die Produktion der Hormone in der Schilddrüse. Dies wird über den Reglermechanismus gesteuert.

Die Abbildung 2 zeigt, daß die Höhe des Umsatzes von T_3 und T_4 in der Peripherie die Rückkoppelung via Hypothalamus und HVL bestimmt, d.h. daß sich ein hoher T_3 - und T_4 -Spiegel in der Peripherie hemmend auf die Stimulation der Schilddrüse durch TRF und TSH auswirkt und umgekehrt (Feed-Back-Mechanismus).

Neben Jod kann eine Anzahl anderer Elemente von der Schilddrüse aufgenommen werden (5,8,88,91,92,93,111, 112). Unter diesen ist das Technetium aus der Periodic-Gruppe VIIa (Mangan, Technetium und Rhenium).

Das von uns verwendete Isotop $^{99\text{m}}\text{Technetium}$ ist eine Tochtersubstanz des $^{99}\text{Molybdän}$. Die radioaktive Tochtersubstanz wird aus einem Nuklidgenerator eluiert. Bei $^{99\text{m}}\text{Technetium}$ fehlt die beim ^{131}J vorhandene β -Strahlung, $^{99\text{m}}\text{Tc}$ ist also ein reiner γ -Strahler mit einer Halbwertszeit von 6 h.

Im Gegensatz zum Jod wird Technetium in der Schilddrüse weder oxydiert noch organisch gebunden, d.h. man erfaßt nur die erste Phase des intrathyreoidalen Jodstoffwechsels, die Aufnahme, das sogenannte trapping (3,45,51,100).

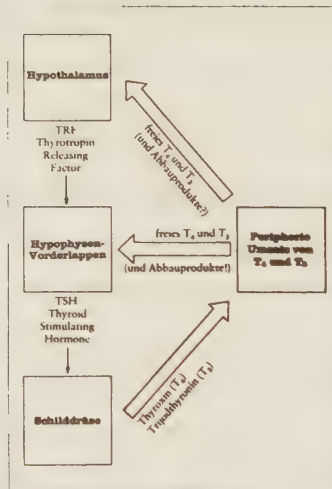


Abb. 2: Reglermechanismus (nach 74)

2.1.2. Patienten

Für die ^{99m}Tc -Uptakemessung nach 5, 10 und 20 min standen uns 12 Patienten im Alter zwischen 29 und 75 Jahren, davon 10 Frauen und 2 Männer, zur Verfügung, bei denen anamnestisch, palpatorisch, szintigraphisch und hormonanalytisch ein pathologischer Befund eindeutig ausgeschlossen werden konnte.

Der 6 h -Aufnahmewert von ^{131}J wurde durch den Schilddrüsen-speicherungs-test mit peroral appliziertem Radiojod, gemessen mit Szintillationszähler in Bleiabschirmung mit 35 cm Abstand über der Schilddrüse, ermittelt. Soweit bei unserem Patientengut laborchemisch ermittelt, setzen wir diesen und allen folgenden Untersuchungen (1 - 4) in den Tabellen im Rahmen der Ergebnisse den Wert des proteingebundenen Jods (PBJ) und des Trijodthyronins (T_3) hinzu.

Die ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min basiert auf den Untersuchungen von 8 Patienten, während die Aufnahme und Clearance des ^{131}J auf der Grundlage von 5 Messungen aufgestellt wurde, denn unsere Untersuchungen über die Aufnahme und Clearance des intravenös applizierten ^{131}J begannen erst zu einem späteren Zeitpunkt als die Untersuchungen über die Aufnahme und Clearance des intravenös applizierten $^{99m}\text{Technetiums}$.

2.2. Blande Strumen

2.2.1. Physiologie

Bei der blanden Struma handelt es sich um eine kompensatorische Hyperplasie der Schilddrüse zum Ausgleich einer verminderten Hormonproduktion. Die Hyperplasie kommt durch vermehrte TSH - Sekretion zustande, welche die Folge des peripheren Hormondefizits ist. Dies hängt ursächlich mit den in der Abbildung 3 aufgezeigten 4 Faktoren zusammen.

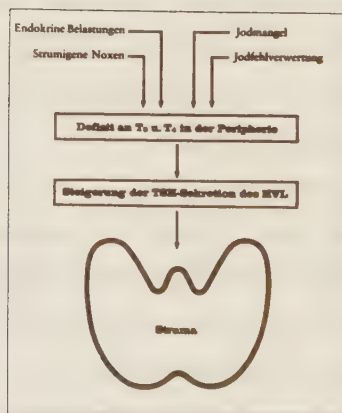


Abb. 3: Pathogenese der Struma (nach 74)

Tritt einer oder mehrere dieser Faktoren gemeinsam auf, dann wird die normale Synthese von Schilddrüsenhormonen erschwert und es folgt rasch eine Verminderung der Hormonsekretion, und zwar auch in der normalen Schilddrüse, die mit Hormonvorräten für viele Wochen vollgepackt ist.

Das TSH treibt die Kette von Reaktionsschritten in der Hormonsynthese an und bringt die Blutkonzentration von T_3 und T_4 wieder zurück auf das ursprüngliche Niveau.

Die euthyreote Struma ist das morphologische Substrat einer erhöhten TSH-Sekretion, welche zu einer Volumenvermehrung der Schilddrüse führt, weil das Volumen jeder Follikelzelle und wahrscheinlich auch die Zahl der Follikel zunehmen (99).

Bei alimentärem Jodmangel, der vornehmlich in den Alpen und deren geographischem Einzugsgebiet zu finden ist, wird also die Jodverschwinderate aus dem Serum (Clearance) als auch die Jodspeicherung (Uptake) erhöht sein.

Bei unseren Fällen handelt es sich ausschließlich um blande - d.h. weder entzündliche noch maligne - Strumen der Größe I und II. Nach der WHO-Einteilung (Genf 1962) entspricht dem Grad I ein palpabler Kropf, der bei normaler Kopfhaltung nicht sichtbar ist, dem Grad II entspricht ein sicht- und tastbarer Kropf.

2.2.2. Patienten

Hier stand uns das größte Patientenkollektiv zur Verfügung, da sich unsere Klinik im Einzugsbereich eines

Kropfendemiegebietes befindet.

Bei der ^{99m}Tc -Aufnahme nach 5, 10 und 20 min konnten wir auf 25 Patienten zurückgreifen, davon 21 Frauen und 4 Männer im Alter zwischen 40 und 83 Jahren.

Bei 22 Patienten wurden die Aufnahmezeiten des Radiojodzweiphasentestes vergleichend gemessen. 10 Probanden standen uns für die Berechnung der Clearance des Pertechnetats nach 5, 10 und 20 min zur Verfügung.

Für die ^{131}J -Uptakerate haben wir 9 Patienten und für die Clearance des ^{131}J 7 Patienten jeweils nach 5, 10 und 20 min untersucht.

2.3. Hyperthyreosen

2.3.1. Physiologie

Bei einer Hyperthyreose haben wir die Symptome einer Stoffwechselsteigerung bei einer Überfunktion der Schilddrüse. Während Abbildung 2 den normalen Reglermechanismus darstellt, zeigt Abbildung 4 nun die Störung des Reglermechanismus bei einer Hyperthyreose.

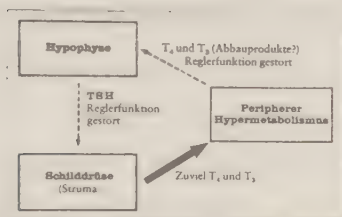


Abb. 4: Gestörter Reglermechanismus (nach 74)

Der periphere Hypermetabolismus, der die Stoffwechselsteigerung verursacht, bewirkt eine Hemmung der TSH-Sekretion (s.unter 2.1.1.) bei intakter Regulation der Schilddrüsenfunktion durch die Hypophyse (99). Die Schilddrüse arbeitet TSH-unabhängig.

2.3.2. Patienten

Hier stützen sich die Ergebnisse der ^{99m}Tc -Aufnahme nach 5, 10 und 20 min auf die Untersuchung von 9 Patienten, davon 8 Frauen und 1 Mann im Alter zwischen 32 und 51 Jahren. Von diesen 9 Probanden haben wir die ^{99m}Tc -Uptake-werte mit den Aufnahmeraten des Radiojodzweiphasentestes verglichen.

Für die Auswertung der ^{99m}Tc -Clearance analysierten wir die Resultate von 7 Probanden nach 5, 10 und 20 min. Die ^{131}J -Uptake- und ^{131}J -Clearancerate erhielten wir von 4 Patienten.

2.4. Adenome

2.4.1. Physiologie

Wir haben bisher die Physiologie bei verschiedenen Funktionszuständen der Schilddrüse beschrieben und dabei auch auf den Reglerkreis, der über den peripheren Hormonspiegel die Höhe der Hormonproduktion in der Schilddrüse steuert, hingewiesen.

Ein Adenomknoten kann nun unabhängig von der TSH-Stimulierung, also autonom, Schilddrüsenhormon produzieren. Produziert dieser Adenomknoten soviel T_3 und T_4 , daß vermindert TSH von der Hypophyse ausgeschüttet wird, so speichert der normale Schilddrüsenrest nur schwach. Hier ist es also nicht zu einer totalen Blockade der Hypophyse gekommen, wir sprechen daher von einem kompensierten Adenom (52).

Eine Stimulierung der Schilddrüse über das Zwischenhirn und die Hypophyse ist jedoch nicht mehr existent bei sehr hoher Eigenproduktion von T_3 und T_4 durch den autonomen Knoten. Die Funktion des normalen Schilddrüsen-gewebes fällt fast völlig aus, d.h. es ist zu einer totalen Blockade der Hypophyse gekommen. Jetzt sprechen wir von einem dekompenzierten Adenom. Die Abbildung 5 veranschaulicht das im Text Wiedergegebene.

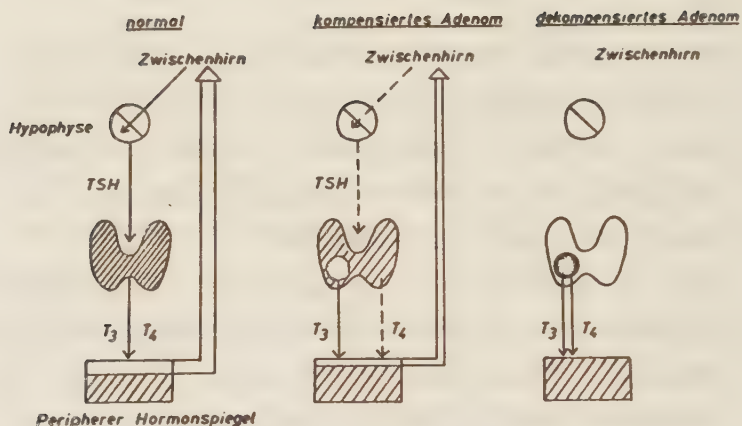


Abb. 5: Regelkreis beim autonomen Adenom (nach 25)

2.4.2. Patienten

Von 7 Patienten - zwischen 49 und 77 Jahren, 5 Frauen, 2 Männer - haben wir die ^{99m}Tc -Aufnahme ermittelt.

Diese Werte wurden mit den 6 h - Resultaten des oralen Radiojodzweiphasentestes verglichen.

Unter den 7 Probanden wurde nochmals unterschieden zwischen 2 Patienten mit kompensiertem und 5 Patienten mit dekompenziertem Adenom.

In gleicher Weise wurde mit den erhaltenen ^{99m}Tc -Clearanceraten von ebenfalls 7 Probanden verfahren.

Die ^{131}J -Uptake- und die ^{131}J -Clearanceraten erhielten wir von 5 Patienten, davon stellten wir bei 4 Probanden die Diagnose " dekompenziertes Adenom " , bei einem die Diagnose " kompensiertes Adenom " .

3. UNTERSUCHUNGSMETHODEN

3.1. Durchführung

Die Untersuchungen wurden in der Zeit vom 1. März 1972 bis zum 31.12.1973 durchgeführt.

Bei den vergleichenden Untersuchungen wurden zuerst 2 - 3 mCi ^{99m}Tc -Pertechnetat, gelöst in 0,9 % -NaCl-Lösung, nach 20 min 150 μCi pyrogenfreies ^{131}J -Natriumjodid, mit Phosphatpuffer isotonisch eingestellt, intravenös injiziert. Es wurde eine Dyna-Camera II mit einem "pinhole"-Kollimator bei einer Fenstereinstellung von 120 - 160 KeV für die Messung $^{99m}\text{TcO}_4$ bzw. 320 - 420 KeV für ^{131}J verwendet.

Prinzip der Dyna-Camera:

Das Prinzip der Dyna-Camera beruht auf einem von ANGER entwickelten Kamerasystem. Mit Hilfe der sogenannten Gammakamera ist es möglich, Bilder von Radioaktivitätsverteilungen mit stehendem Detektor, d.h. durch eine gleichzeitige Erfassung des gesamten Gebietes anzufertigen. Der Detektor der ANGER-Camera besteht aus einem großflächigen Szintillationskristall von 28 cm Durchmesser und 1,3 cm Dicke, über dem 19 Photomultiplier angebracht sind (Abb. 6), deren Aufgabe darin liegt, die durch den Kollimator tretenden Gammaquanten, die im Kristall absorbiert werden und dabei einen Lichtblitz erzeugen, zu verstärken und zu übertragen.

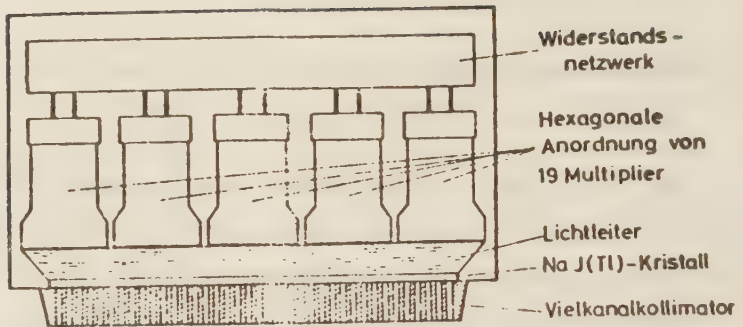


Abb. 6: Schematische Darstellung des Meßkopfes der ANGER-Camera

Die Photomultiplier geben Signale ab, die auf einem Oszillographen sichtbar gemacht und mit einer Polaroid-camera als Szintigramm oder Zeitaktivitätskurve fotografiert werden können.

(Abbildung 7 und Abbildung 8)



Abb. 7: Polaroidaufnahme einer normal großen Schilddrüse

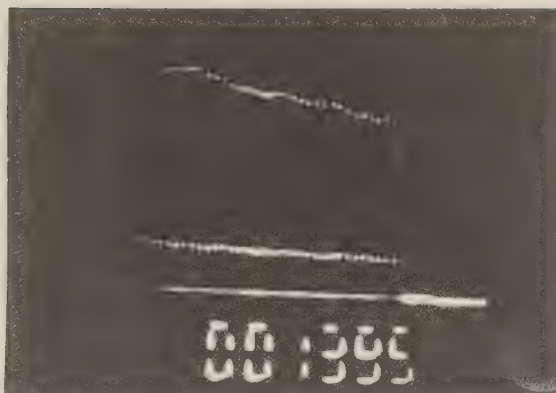


Abb. 8: Zeit-Aktivitätskurven über der Schilddrüse (oben)
und der extrathyreoidalen Untergrundregion (unten)
(1 min "live time")

Für unsere Untersuchungen benutzten wir eine Lochblende
("pinhole"-Kollimator) (Abbildung 9).

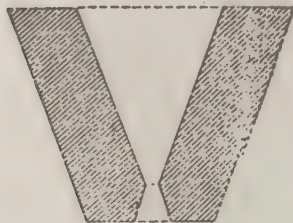


Abb. 9: Lochblende

Der Abstand zwischen Hals und Kollimatorrand betrug
konstant genau 5 cm (Schablone), wobei der Hals parallel
zur Detektoroberfläche lag. Bei dieser Entfernung haben
wir mit dem "pinhole"-Kollimator die beste Kombination
von Empfindlichkeit und Auflösung.

Über zwei "regions of interest" wurden kontinuierlich Aktivitätskurven über der Schilddrüse und einem caudal gelegenen extra-thyreoidalen Feld registriert.

Dieses Feld wies nur ein Drittel der Höhe des Schilddrüsenfeldes auf, um den Anteil der aus der Aorta einstrahlenden Aktivität möglichst gering zu halten (Abbildung 10). Dies ist wichtig, da gerade bei Untersuchungen mit dem Isotop ^{99m}Tc Technetium der "background" recht hoch ist (16,31).

Während bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung, bei blanden Strumen und Hyperthyreosen das gesamte Schilddrüsenparenchym in dem auf Abbildung 10 ersichtlichen thyreoidalen Feld erfaßt wurde, haben wir bei den Adenomen im thyreoidalen Feld nur den Adenomknoten ohne paranoduläres Gewebe erfaßt.



Abb. 10: Thyreoidales und extrathyreoidales Feld.

Die Netto-Aktivitätsaufnahme der Schilddrüse wurde durch Substraktion der mit dem Faktor 3 multiplizierten extra-thyreoidalen Aktivität gewonnen (Differenzschreiber - Abbildung 11).

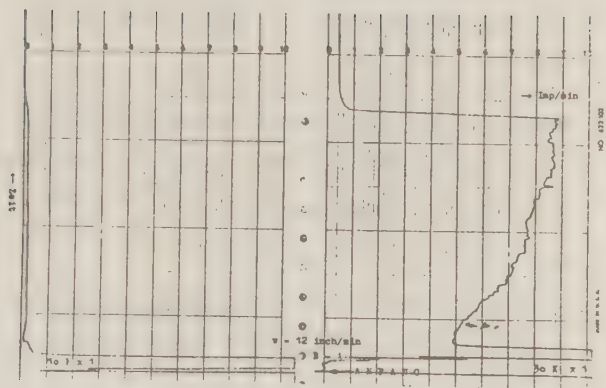


Abb. 11: Kontinuierliche Registrierung der Impulse über der Schilddrüse nach intravenöser Injektion von ^{99m}Tc bzw. ^{131}J .

Rechts Netto-Aktivitätsaufnahme der Schilddrüse, gewonnen durch Subtraktion der mit dem Faktor 3 multiplizierten extrathyreoidalen Aktivität links (Differenzschreiber).

Bei derselben Versuchsanordnung und konstanter Meßgeometrie war somit ein unmittelbarer Vergleich von ^{99m}Tc - und ^{131}J -Aufnahme während der ersten 20 min möglich. Nach Kalibrierung der Meßgeräte wurden aus den Differenzkurven die prozentuale Netto-Aufnahme von ^{99m}Tc und ^{131}J nach 5, 10 und 20 min berechnet und gleichzeitig zu diesen Zeiten die thyreoidale Clearance dieser Substanzen nach der von GLÖBEL und OBERHAUSEN (38) angegebenen Methode bestimmt. Die so erhaltenen Aufnahmewerte wurden mit denjenigen des normalen Zweiphasentestes verglichen.

3.2. Mathematische Berechnung

3.2.1. Kalibrierung

Bevor wir mit unseren Untersuchungen beginnen konnten, waren Messungen zur Bestimmung der prozentualen $^{99m}\text{Tc O}_4^-$ - und der ^{131}J -Aufnahme (Uptake) der Schilddrüse mit der Dyna-Camera notwendig.

Um die Ergebnisse in absoluter %-Aufnahme und ml/min quantifizieren zu können, muß eine Kalibrierung zur Ermittlung des Verhältnisses

<u>Impulse Schilddrüse</u>	für die %-Aufnahme (1) und
Impulse Spritze	

<u>Impulse Bohrloch</u>	für die Clearance (2)
Impulse Spritze	

durchgeführt werden. Dabei hat das in ein Hals-Thorax-Phantom "implantierte" Schilddrüsenmodell einen Abstand von 5 cm zum Kollimatorrand [in (1)], die Spritze [in (1) und (2)] aber einen Abstand von ~20 cm (s. 3.2.2.).

3.2.2. Ermittlung des Umrechnungsfaktors

Die zur Injektion bestimmte ^{99m}Tc -Aktivität befindet sich in einer 5 ml-Einmalspritze. Füllung der Spritze: 1 ml. Die Spritze liegt in einer flachen rechteckigen Kunststoffschale, welche auf eine Patientenliege gestellt wird (Abbildung 12). Der Boden der Schale hat von der unteren Kante der Abdeckung des "pinhole"-Kollimators einen Abstand von 20 cm. Der Spritzeninhalt befindet sich genau in der Kollimatorachse (Kontrolle durch Monitorschirm).



Abb. 12: Meßschema zur Ermittlung des Umrechnungsfaktors

Es folgt nun

1.) Messung der Spritze

Die Spritze wurde jeweils 1 min "live time" gemessen.

Tab.: 1 Impulsmessung der ^{99m}Tc -Aktivität in der Spritze

Zeitpunkt der Messung	Impulse/min
10.10 h	38 458
10.12 h	38 569
10.13 h	38 672
10.14 h	38 198
$t_0 = 10.13$ h Mittelwert:	38 474

Messung in der leeren Spritze in gleicher Weise:

Impulse/min 4366 - 4361 - 4362

Mittelwert: 4363 Impulse/min

Netto-Impulse: 34 111 Imp/min um 10.13 h = t_0

Nun wurde der Spritzeninhalt in ein Schilddrüsenphantom überführt und durch Auffüllung mit H_2O auf einen Gehalt von 40 g gebracht. Das Schilddrüsenphantom wurde in ein Hals-Thorax-Phantom "implantiert", das mit Wasser gefüllt wurde. Die "Schilddrüse" lag jetzt ca. 2 cm unter der "Haut" und mit ihrem unteren Rand knapp oberhalb des "Jugulum".

Es folgt

2.) Messung der Aktivität im Phantom

(Meßzeit: 1 min "live time")

Tab. 2: Impulsmessung der ^{99m}Tc -Aktivität im Phantom
(Kollimatorabdeckung am "Hals" anliegend)

Zeitpunkt der Messung	Impulse/min
10.33 h	145 617
	143 789
	143 425
	142 500
10.40 h	142 549
$t_1=10.36$ h	Mittelwert: 143 576

Die hier ermittelte Impulsrate von 143 576 Imp/min gilt zur Zeit $t_1 = 23$ min nach Beginn = 0,383333 h. Demnach beträgt die Impulsrate zur Zeit t_0 nach Korrektur des Zerfalls

150 077 Impulse/min

Tab. 3: Impulsmessung der ^{99m}Tc -Aktivität im Phantom
("Hals" parallel zur Detektoroberfläche.
Abstand zum Kollimatorrand 5 cm)

Zeitpunkt der Messung	Impulse/min
10.51 h	79 115
10.54 h	79 212
	78 533
$t_2=10.52$ h	Mittelwert: 78 953

Die hier ermittelte Impulsrate von 78 953 Imp/min gilt zur Zeit $t_2 = 39$ min nach Beginn = 0,65 h. Demnach beträgt die Impulsrate zur Zeit t_0 nach Korrektur des Zerfalls

85 110 Impulse/min

Um auch die Empfindlichkeitsverhältnisse von Dyna-Camera und Bohrloch zur Ermittlung des Umrechnungsfaktors $\frac{\text{Impulse Bohrloch}}{\text{Impulse Spritze}}$ zu bestimmen, haben wir

ca. 4 mCi ^{99m}Tc in der Spritze, wie in Abbildung 12 dargestellt, gemessen.

Tab. 4: Impulsmessung der ^{99m}Tc -Aktivität in der Spritze für den Umrechnungsfaktor $\frac{\text{Impulse Bohrloch}}{\text{Impulse Spritze}}$

Zeitpunkt der Messung	Impulse/min
11.25 h	148 003
	147 486
11.29 h	146 791
$t'_0=11.27$ h	Mittelwert: 147 460

Messung der leeren Spritze

Impulse/min 4394 - 4143 - 4395

Mittelwert: 4311 Impulse/min

Netto-Impulse: 143 149 Imp/min um 11.27 h = t'_0

Hiernach wurde der Spritzeninhalt in ein Reagenzglas entleert, bis auf 4 ml mit Wasser versetzt und die Impulse im Bohrloch gemessen.

Einstellung am Twinscaler:

Hochspannung mit ^{131}J neu geeicht (640 Volt)

Scaler A range 0,5

window 120 = 110 - 170 KeV

Messungen am 24.9.1971 um 17.13 h = t'_1 , d.h. nach 77 h 46'. *

* Diese Zeit mußte eingehalten werden, da die Aktivität des eluierten $^{99\text{m}}\text{Tc}$ zu hoch ist und damit bei zu großen Zählraten ein zu hoher Impulsverlust eintritt.

Es ergeben sich zwei Möglichkeiten:

1. Verdünnung des Serums und damit Erhaltung von niedrigeren und meßbareren Impulsraten
2. Abklingenlassen der Aktivität und nach Verstreichen von mehreren Halbwertszeiten messen.

Mittelwert: 489 684 Impulse/min

das sind zur Zeit t'_0 : 3 904 664 707 Impulse/min.

Aus den uns nun vorliegenden Zahlen lassen sich folgende Umrechnungsfaktoren für ^{99m}Tc ermitteln:

$$\text{I} \quad \frac{\text{Impulse Schilddrüse (0 cm)}}{\text{Impulse Spritze (20 cm)}} = 4.399 \quad (= E_k \text{ auf S.32})$$

$$\text{II} \quad \frac{\text{Impulse Schilddrüse (5 cm)}}{\text{Impulse Spritze (20 cm)}} = 2.495$$

$$\text{III} \quad \frac{\text{Impulse Bohrloch}}{\text{Impulse Spritze (20 cm)}} = 27\,277 \quad (= E_B \text{ auf S.32})$$

Nach dem gleichen Schema haben wir Kalibrierungsmessungen zur Bestimmung der ^{131}J -Aufnahme der Schilddrüse mit der Gammacamera durchgeführt. Der Umrechnungsfaktor für ^{131}J beträgt 2.7.

Da es sich bei dem Radioisotop ^{99m}Tc um ein Isotop mit einer Halbwertszeit von nur 6 h handelt, mußten wir die in der Spritze ermittelten Leerwerte, d.h. die nach Injektion in der Spritze verbliebenen Aktivitätsreste, mit dem Abklingfaktor f korregieren, was sich beim ^{131}J wegen der erheblich längeren Halbwertszeit von 8 Tagen vernachlässigen läßt.

Wir haben also die Zeit zwischen der Aktivitätsmessung des vor der Injektion in der Spritze aufgenommenen ^{99m}Tc und der Leerwertbestimmung, d.h. der in der Spritze post injectionem verbliebenen Restaktivität, ermittelt - dies ist die Zeit t .

Diese Zeit t haben wir durch die Halbwertszeit T von ^{99m}Tc dividiert (t/T). Die Halbwertszeit T gibt denjenigen Zeitraum an, in dem die Strahlungsaktivität des radioaktiven Elementes auf die Hälfte des ursprünglichen Wertes reduziert wird. Zur bequemen Berechnung des Zerfalls ist nun $e^{-\lambda t}$ in der Tabelle 5 als Funktion von t/T aufgeschlüsselt.

3.2.3. Uptake

Zur Berechnung der Speicherung in % benutzen wir die Gleichung:

$$\frac{\text{Impulsrate Schilddrüse} \times 100}{\text{Impulsrate gesamt}} \left[\frac{\frac{\text{Imp}}{\text{min}} \%}{\frac{\text{Imp}}{\text{min}}} \right] = \text{Speicherung} [\%]$$

Die Impulsrate Schilddrüse wurde aus der Differenzschreiberkurve ermittelt. Sie wurde mit dem Abklingfaktor f korrigiert (nach Tabelle 5).

Tab. 5: Zerfallsfunktion - Abklingfaktoren zu verschiedenen Zeiten

t/T	$e^{-\lambda t}$	t/T	$e^{-\lambda t}$	t/T	$e^{-\lambda t}$	t/T	$e^{-\lambda t}$
0	1,000	0,40	0,7579	1,10	0,4665	2,20	0,2176
0,01	0,9931	0,41	0,7526	1,12	0,4601	2,25	0,2102
0,02	0,9862	0,42	0,7474	1,14	0,4538	2,30	0,2031
0,03	0,9794	0,43	0,7423	1,16	0,4475	2,35	0,1961
0,04	0,9726	0,44	0,7371	1,18	0,4413	2,40	0,1895
0,05	0,9659	0,45	0,7320	1,20	0,4353	2,45	0,1830
0,06	0,9593	0,46	0,7270	1,22	0,4293	2,50	0,1768
0,07	0,9526	0,47	0,7220	1,24	0,4231	2,55	0,1708
0,08	0,9461	0,48	0,7170	1,26	0,4175	2,60	0,1649
0,09	0,9395	0,49	0,7120	1,28	0,4118	2,65	0,1593
0,10	0,9330	0,50	0,7071	1,30	0,4061	2,70	0,1539
0,11	0,9266	0,52	0,6974	1,32	0,4005	2,75	0,1487
0,12	0,9202	0,54	0,6878	1,34	0,3950	2,80	0,1436
0,13	0,9138	0,56	0,6783	1,36	0,3896	2,85	0,1387
0,14	0,9075	0,58	0,6690	1,38	0,3842	2,90	0,1340
0,15	0,9013	0,60	0,6597	1,40	0,3789	2,95	0,1294
0,16	0,8950	0,62	0,6507	1,42	0,3737	3,00	0,1250
0,17	0,8888	0,64	0,6417	1,44	0,3685	3,05	0,1207
0,18	0,8827	0,66	0,6329	1,46	0,3635	3,10	0,1166
0,19	0,8766	0,68	0,6242	1,48	0,3585	3,15	0,1127
0,20	0,8705	0,70	0,6156	1,50	0,3536	3,20	0,1088
0,21	0,8645	0,72	0,6071	1,52	0,3487	3,25	0,1051
0,22	0,8586	0,74	0,5897	1,54	0,3439	3,30	0,1015
0,23	0,8526	0,76	0,5905	1,56	0,3391	3,35	0,0981
0,24	0,8467	0,78	0,5824	1,58	0,3345	3,40	0,0948
0,25	0,8409	0,80	0,5744	1,60	0,3299	3,45	0,0915
0,26	0,8351	0,82	0,5664	1,62	0,3253	3,50	0,0884
0,27	0,8293	0,84	0,5586	1,64	0,3209	3,55	0,0854
0,28	0,8236	0,86	0,5509	1,66	0,3164	3,60	0,0825
0,29	0,8179	0,88	0,5434	1,68	0,3121	3,65	0,0797
0,30	0,8122	0,90	0,5359	1,70	0,3078	3,70	0,0770
0,31	0,8066	0,92	0,5285	1,75	0,2973	3,75	0,0743
0,32	0,8011	0,94	0,5212	1,80	0,2872	3,80	0,0718
0,33	0,7955	0,96	0,5141	1,85	0,2774	3,85	0,0693
0,34	0,7900	0,98	0,5070	1,90	0,2679	3,90	0,0670
0,35	0,7846	1,00	0,5000	1,95	0,2588	3,95	0,0647
0,36	0,7792	1,02	0,4931	2,00	0,2500	4,00	0,0625
0,37	0,7738	1,04	0,4863	2,05	0,2415	4,10	0,0583
0,38	0,7684	1,06	0,4796	2,10	0,2333	4,20	0,0544
0,39	0,7631	1,08	0,4730	2,15	0,2253	4,30	0,0508
4,40	0,0474	5,50	0,0221	7,20	0,0068	9,40	0,0015
4,50	0,0442	5,60	0,0206	7,40	0,0059	9,60	0,0013
4,60	0,0412	5,70	0,0192	7,60	0,0052	9,80	0,0011
4,70	0,0385	5,80	0,0179	7,80	0,0045	10,00	0,0010
4,80	0,0359	5,90	0,0167	8,00	0,0039	10,50	0,0007
4,90	0,0335	6,00	0,0156	8,20	0,0034	11,00	0,0005
5,00	0,0312	6,20	0,0136	8,40	0,0030	11,50	0,0004
5,10	0,0292	6,40	0,0118	8,60	0,0026	12,00	0,0002
5,20	0,0272	6,60	0,0103	8,80	0,0022	13,00	0,0001
5,30	0,0254	6,80	0,0090	9,00	0,0020		
5,40	0,0237	7,00	0,0078	9,20	0,0017		

3.2.4. Clearance - Berechnung

VAN SLYKE schuf mit dem Begriff der Clearance ein Maß für die Durchblutung und die Stoffaustauschfunktion eines Organs. Er definierte die Clearance als Aufnahme oder Abgabe eines chemischen Körpers durch ein Organ und der damit sich vollziehenden Entfernung dieses betreffenden Stoffes aus dem strömenden Blut.

GLÖBEL und OBERHAUSEN (38) schreiben:

" Da man gemäß ihrer Definition unter Schilddrüsen-clearance dasjenige virtuelle Plasmavolumen versteht, das pro Zeiteinheit vollständig von anorganischem Jod geklärt wird, kann man diese Größe nach folgender Beziehung berechnen:

$$Cl = \frac{dA}{dt} \cdot \frac{1}{cp} \quad (1)$$

Hierin bedeuten: Cl = Clearance in ml/min

A = Aktivität des in der Schilddrüse gespeicherten Jods in μCi

t = Zeit

cp = Konzentration des im Plasma vorhandenen Jods in $\mu\text{Ci/ml.}$ "

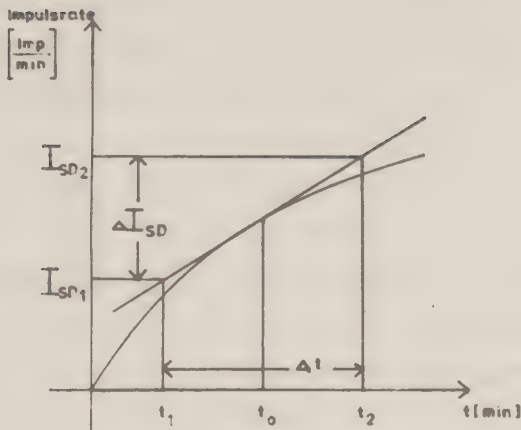


Abb. 13: Zur Berechnung der Clearance
Mit der Beziehung

$$I = A \cdot E, \quad (2)$$

wobei I die gemessene Impulsrate, a die zu messende Aktivität und E die Empfindlichkeit des Systems bedeuten, wird aus Gleichung (1) nach Abbildung 13:

$$Cl = \frac{\frac{dA_{SD}}{dt}}{c_p} \cdot \frac{\frac{\Delta I_{SD}}{\Delta t \cdot E_K}}{\frac{I_B}{E_B \cdot V}}$$

und nach kleiner Umformung

$$Cl = \frac{\Delta I_{SD}}{I_B} \cdot \frac{V}{\Delta t} \cdot F \quad (3).$$

Hierbei bedeuten I_{SD} die Impulsrate von der Kamera über der Schilddrüse gemessen, I_B die Impulsrate des Plasmas im Bohrloch gemessen, E_K und E_B die Empfindlichkeit von der Kamera und Bohrloch, die durch Quotientenbildung zum Faktor F^* zusammengefaßt wird. Mit V geht das im Bohrloch gemessene Plasmavolumen ein.

Zur Durchführung der Berechnung der Clearance nimmt man aus der Zeitaktivitätskurve (s. Abb. 13) $\frac{\Delta I_{SD}}{\Delta t}$ für den Zeitpunkt der Blutentnahme t_0 (in unserem Falle 5, 10 und 20 min) in der Einheit Impulsrate/min.

Nach Messung der Plasmaimpulsrate im Bohrloch und des Plasmavolumens in der Einheit ml erhält man aus Gleichung (3) die Clearance in der Einheit ml/min.

3.3. Meßanordnung

Vor Beginn der Untersuchung wurde mit Hilfe eines Zählrohrgerätes eine überschlagmäßige Bestimmung der Aktivität in mCi für ^{99m}Tc und in μCi bei ^{131}J durchgeführt, dann die Impulsrate der Testlösung (A) nach dem Kalibrierverfahren - bei ^{99m}Tc zweimal je eine Minute "live time", bei ^{131}J reichte eine einmalige "live time"-Messung - ermittelt.

Nun erfolgte die Positionierung des Patienten im Liegen, wobei der Abstand zwischen Schilddrüse, genauer Halsoberfläche, und dem "pinhole"-Kollimator 5 cm beträgt. (Abbildung 14). Dieser Abstand wurde bei allen Patienten mit Hilfe eines Meßstabes konstant gehalten.

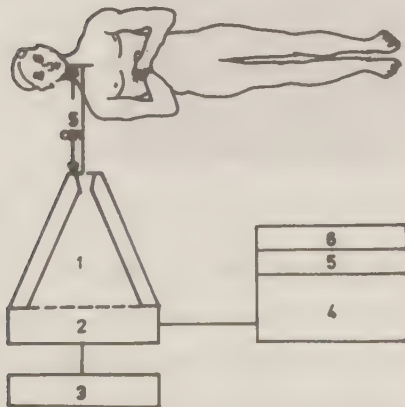


Abb. 14: Schema der Meßanordnung (nach 14)

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| 1 Lochblende | 4 ANGER-Camera |
| 2 Meßkopf | 5 Magnetband |
| 3 Differenz-Linienschreiber | 6 Oszilloskop |

Das geometrische Auflösungsverfahren der Meßanordnung und die proportionale Wiedergabe der Verteilung der thyreoidalen Aktivität ist außer durch die endliche Größe der Blendenöffnung des Kollimators begrenzt durch die Einstrahlung von Gammaquanten, deren Entstehungsort außerhalb des im Raumwinkel der Kollimatoröffnung befindlichen Volumenanteils der Schilddrüse liegt (Streustrahlung, extrathyreoidaler ^{131}J - Gehalt der Halsweichteile).

Diese sogenannte Untergrundaktivität kann den diagnostisch wesentlichen Kontrast der intrathyreoidalen Aktivitätsunterschiede weitgehend verdecken (57). Bei der Einstellung achten wir daher auf eine relativ strenge Abgrenzung der Schilddrüse, um einen möglichst kleinen Background zu erhalten, d.h. um das in anderen Körperregionen in geringem Maße gespeicherte bzw. das sich im Kreislauf befindliche extrathyreoidale ^{131}J von der Messung auszuschließen (prozentuale Nettoaufnahme).

Weiterhin erstellten wir während des Versuches Kurven mit dem Differenzschreiber (Abb. 11), deren Nettoaktivitätsaufnahme der Schilddrüse durch Subtraktion der mit dem Faktor 3 multiplizierten extrathyreoidalen Aktivität gewonnen wurde.

Die y-Koordinate entspricht m = Impulse Schilddrüse,
die x-Koordinate entspricht t = Zeit in min.

An der Gammacamera wurden zur Zeit der Blutentnahmen
Schwarz-Weiß- bzw. Farb-Fotos mit der Polaroidcamera
angefertigt.

Die mitlaufende kumulative Aufnahme (Abbildung 15)
am Oszilloskop des Cinescintigraphie-Systems gibt dem
Untersucher eine Information über Lage, Form und Größe
der Schilddrüse und dient - wie erwähnt - der Bestimmung
der Koordinaten für rechteckige "regions of interest"
(Abbildung 16) .



Abb. 15: Kumulative Aufnahme von ^{99m}Tc in der Schilddrüse
(oben) und im extrathyreoidalen Feld (unten)
nach 5, 10 und 20 min.

Die Blutentnahmen wurden zu den Zeitpunkten 5, 10 und 20 min post injectionem vorgenommen. Jeweils 4 ml Blut wurden zentrifugiert, dann wurde die Plasmaaktivität im Bohrlochkristall gemessen.



Abb. 16: Thyreoidale und extrathyreoidale
"regions of interest".

3.4. Protokoll

Name, Schilddrüsen-speicherungstest mit ^{131}J Nr.: ,
Datum, Tageszeit (d.i. die Zeit der Messung von $^{99\text{m}}\text{Tc}$
und von ^{131}J -Natriumjodid), Aktivität des verabreichten
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ in mCi bzw. ^{131}J in μCi , Versuchsbeginn.

Unterschiedlich waren die Auswertungsbögen von $^{99\text{m}}\text{Tc}$
und ^{131}J . Bei den Ausgangsmessungen für $^{99\text{m}}\text{Tc}$ haben wir
zunächst zwei Impulsraten der Testlösung (A), nach der
Untersuchung zwei Impulsraten des Leerwertes (B)
eingetragen. Es wurde aus beiden Werten jeweils der Mittel-
wert (A) bzw. der Mittelwert (B) korregiert mit dem
Abklingfaktor f ermittelt.

Die Differenz (A) - (B) multipliziert mit dem Umrechnungs-
faktor (bei $^{99\text{m}}\text{Tc}$ 2,5) ergab die Gesamtpulsrate.

Unter "Speicherungsmessungen" wurde die Zeit nach
Versuchsbeginn, die Zeit nach der ersten Impulsraten-
messung und der dazugehörige Abklingfaktor f , die Impulse
in der Schilddrüse (ermittelt aus der Kurve, korregiert
mit f) und die Speicherung in % aufgetragen, weiterhin Datum
und Ergebnisse des letzten Radiojodspeicherungstestes
mit oraler Applikation.

Auswertungsbogen: Schilddrüsen-Uptake mit ^{99m}Tc

Name:

SD-Speicherungszeit: ...

Datum:

Tagesszeit:

Aktivität des verabreichten ^{99m}Tc : ... mCi

Versuchsbeginn

Auswertungsschritte

Zeit	Impulsrate (imp/min)	
II		Testlag. (A)
II		
II		Leerwert (B)
II		
II		Abklingfaktor (f)
II		Mittelwert (A)
II		Mittelwert (B)
		corr. M. F
	x 2.50	Differenz (A)-(B)
		Impulsrate ges.

Speicherungsbedingungen

Datum:

Zeit	Zeitintervall, h	Imp. SD	Speicherz.	^{99m}Tc	Zeit
h	min	corr. m. f	%	Speichg.	in h
h	min				
h	min				
h	min				
h	min				
h	min				

Tab. 6: Auswertungsbogen: Schilddrüsen-Uptake mit ^{99m}Tc .

4. ERGEBNISSE

4.1. Messungen mit ^{99m}Tc

4.1.1. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung

4.1.1.1. ^{99m}Tc - Uptake

Bei 12 Patienten war die Schilddrüse palpatorisch ,
hormonanalytisch und szintigraphisch unauffällig.

In der Tabelle 8 haben wir die 5, 10 und 20 min Aufnahme-
werte des ^{99m}Tc , das PBJ und T_3 und den 6h - Wert des
oralen Radiojodspeicherungstestes dieser Patienten
aufgetragen.

Tab. 8: ^{99m}Tc Aufnahmewerte in % mit Mittelwerten und
deren Standardabweichung ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)^{*} sowie
andere Untersuchungen bei euthyreoten Schild-
drüsen ohne Vergrößerung (N=12)

N	Test-Nr.	Uptake in % nach			PBJ %	T_3 %	^{131}J -Zwei- phasentest nach 6 h r
		5 min	10 min	20 min			
1	64 w.	1,62	1,75	1,56	3,3	32,7	27
2	68 m.	1,80	2,00	2,30	5,7	33,5	17
3	44 w.	2,00	3,00	3,00	5,6	23,7	40
4	62 w.	2,00	3,00	5,00	3,7	--	14,5
5	38 m.	3,50	6,06	6,10	4,7	30,7	27
6	36 w.	3,53	4,29	4,60	--	--	--
7	41 w.	4,10	4,80	5,59	8,00	30,0	41
8	35 w.	4,80	5,75	6,69	5,8	33,8	--
9	34 w.	7,76	7,98	6,88	--	--	--
10	39 w.	9,08	10,38	10,95	7,4	25	41
11	27 w.	10,41	12,75	14,35	3,5	--	--
12	40 w.	11,50	15,80	16,98	4,4	28,4	50
$\bar{x} \pm \text{SEM}$		5,18 $\pm 1,03$	6,46 $\pm 1,29$	7,00 $\pm 1,38$	5,21 $\pm 0,51$	29,73 $\pm 1,34$	32,19 $\pm 4,49$

^{*} Bei allen Untersuchungen in dieser Arbeit wird stets der
Mittelwert und die Standardabweichung des Mittelwertes
($\bar{x} \pm \text{SEM}$) angegeben.

Die Uptakeraten zeigten eine breite Streuung (bei N=12) zwischen 1,62 % und 11,5 % nach 5 min und zwischen 1,56 % und 16,98 % nach 20 min (Abbildung 17).

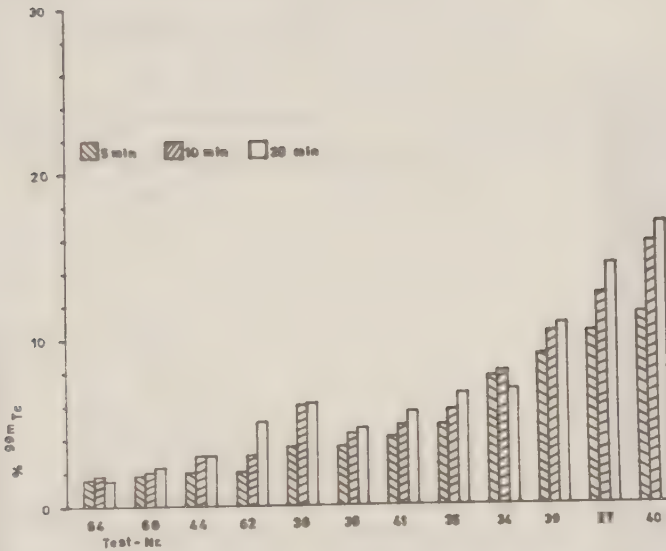


Abb. 17: %-Speicherung des verabreichten ^{99m}Tc zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=12)

Auffallend ist hier jedoch, daß in 9 von 12 Fällen die Aufnahme einen unterschiedlich starken Anstieg von dem 5 min-Ausgangswert zum 20 min-Wert aufweist.

Nach 5 min ist bereits 74 % der Substanz in die Schilddrüse gelangt, nach 10 min 92 %, d.h. der Aufnahmeanstieg beträgt zwischen 10 und 20 min im Mittel nur noch 8 % der ursprünglich injizierten Substanz. Bei 2 Probanden ist nach 10 min ein Kurvenabfall zu verzeichnen, bei einem Patienten weder Anstieg noch Abfall. Dies zeigt die Abbildung 18a - 18b, auf der wir die mit Hilfe des Differenzschreibers erhaltenen Zeitaktivitätskurven graphisch dargestellt haben.

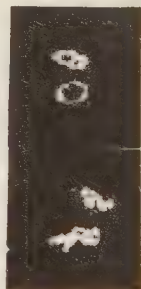
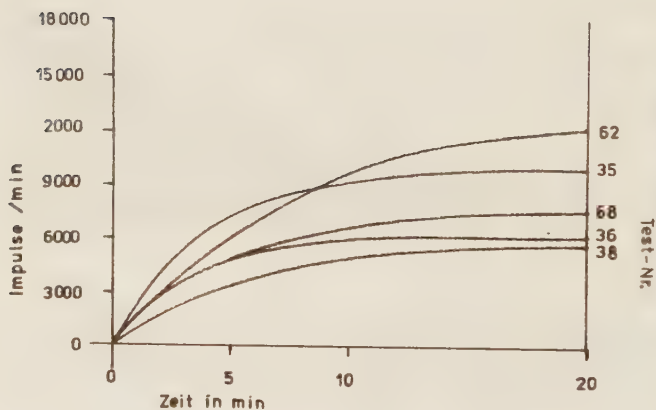


Abb. 18a: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung).

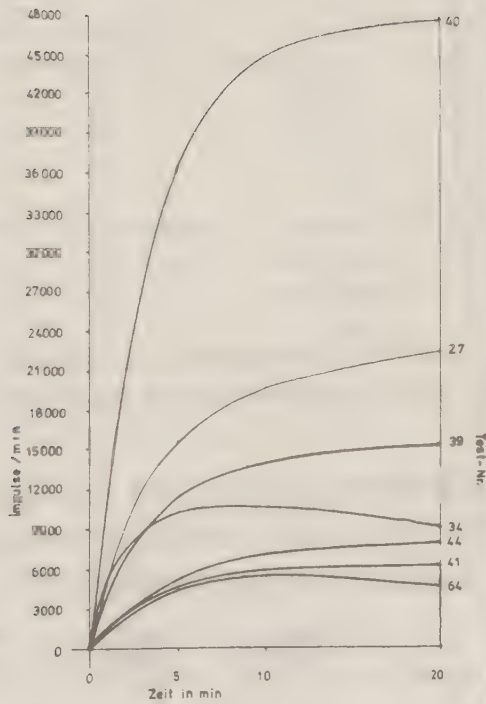


Abb 18b: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung)

Die Mittelwerte mit den Standardabweichungen der Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) (Abbildung 19), machen in den ersten 10 min den zunächst starken, zwischen 10 und 20 min nur noch sehr leichten Anstieg deutlich.

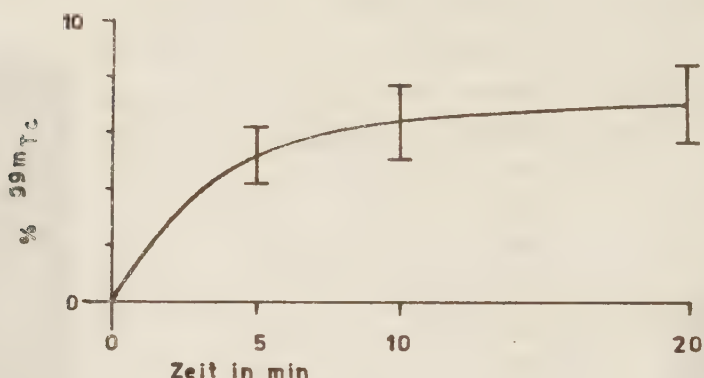


Abb. 19: % ^{99m}Tc-Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Nach 5 min betragen der Mittelwert und die Standardabweichung des Mittelwertes $5,18 \pm 1,03$ %, nach 10 min $6,46 \pm 1,29$ % und $7 \pm 1,38$ % nach 20 min (Abbildung 20).

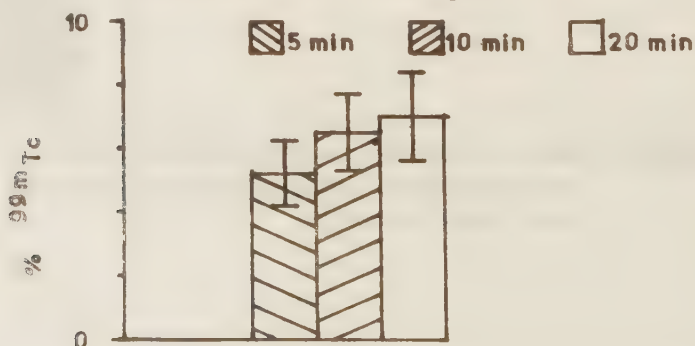


Abb. 20: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{99m}Tc-Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=12)

4.1.1.2. ^{99m}Tc -Clearance

Für die Clearance des Pertechnetats standen uns zu den Zeiten 5, 10 und 20 min p.i. 8 Patienten zur Verfügung.

Tab. 9: ^{99m}Tc -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=8)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	39 w.	32,80	15,48	2,23
2	62 w.	32,60	15,00	2,50
3	38 m.	32,10	13,60	3,53
4	41 w.	29,14	6,85	- 3,26
5	35 w.	27,00	12,60	2,70
6	36 w.	23,80	6,72	- 7,80
7	34 w.	21,35	0,00	-15,32
8	64 w.	12,00	- 2,01	- 4,66
$\bar{x} \pm \text{SEM}$		26,35 $\pm 2,53$	8,53 $\pm 2,40$	- 2,51 $\pm 2,35$

Aus der Tabelle 9 wird ersichtlich, daß lediglich noch bei 4 Patienten nach 20 min eine positive Clearancerate meßbar ist, gegenüber 4 negativen Ergebnissen. Insgesamt zeigen die Clearancewerte zwischen 5 und 20 min p.i. eine deutlich abfallende Tendenz (Abbildung 21 und 23). Abbildung 22 stellt die in der Tabelle 9 aufgeführten Einzelwerte graphisch dar.

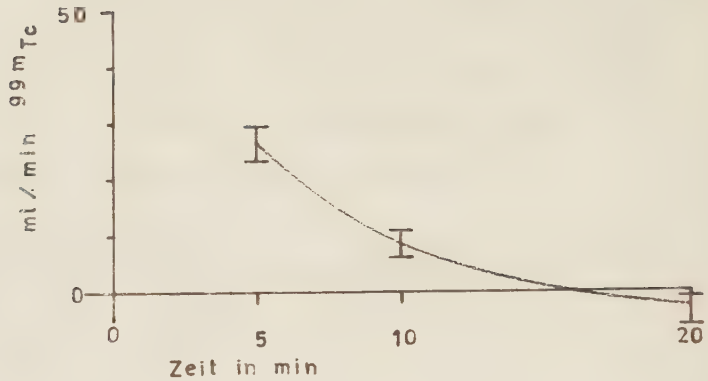


Abb. 21: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=8)

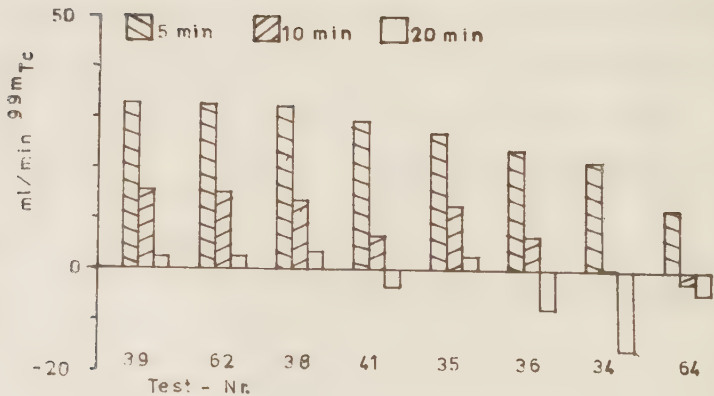


Abb. 22: ^{99m}Tc -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=8)

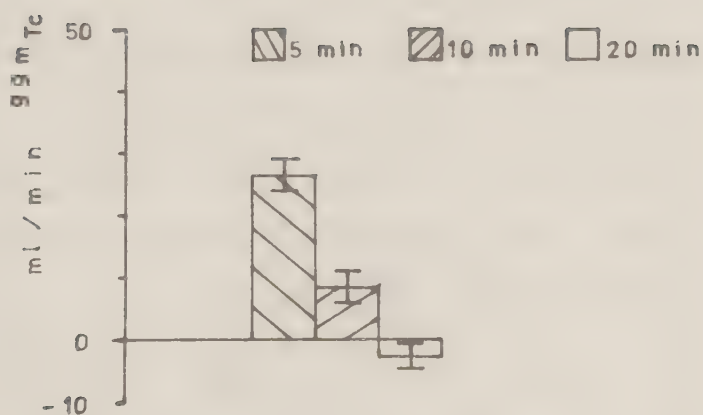


Abb. 23: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Clearance zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=8)

4.1.2. Blande Strumen

4.1.2.1. ^{99m}Tc -Uptake

Hier zeigt die Abbildung 24 von 25 Patienten eine ^{99m}Tc -Aufnahme zwischen 1 % und 12,03 % nach 5 min und zwischen 2 % und 14 % nach 20 min.

Es steigt bei 17 Patienten (= 68 %) die ^{99m}Tc -Uptake rate von 5 über 10 bis 20 min. Bei 2 Patienten bleibt die Speicherung nach einem Anstieg innerhalb der ersten 10 min auf 2 bzw. 3 % stehen. Lediglich die Werte von 6 Probanden fallen nach 10 min ab - bei einem minimalen Rückgang zwischen 0,04 % und 1%.

Daraus ergibt sich ein in der Untersuchungszeit stetig anwachsender Mittelwert und Standardabweichung des Mittelwertes (Abbildung 25): $6,01 \pm 0,61$ % nach 5 min, $7,23 \pm 0,67$ % nach 10 min und $7,73 \pm 0,72$ % nach 20 min. Die Werte sind in Abbildung 26 dargestellt (Vergl. Abb. 19).

Auch hier wird eine frühe "Sättigung" deutlich, denn nach 5 min sind im Mittel bereits 78 % der Substanz in der Schilddrüse, nach 10 min 94 %, d.h. es gibt nur einen sehr geringen mittleren Anstieg von 6 % in den letzten 10 min der Untersuchungszeit.

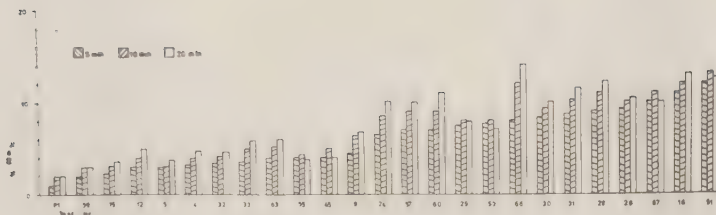


Abb. 24: %-Speicherung des verabreichten ^{99m}Tc zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=25)

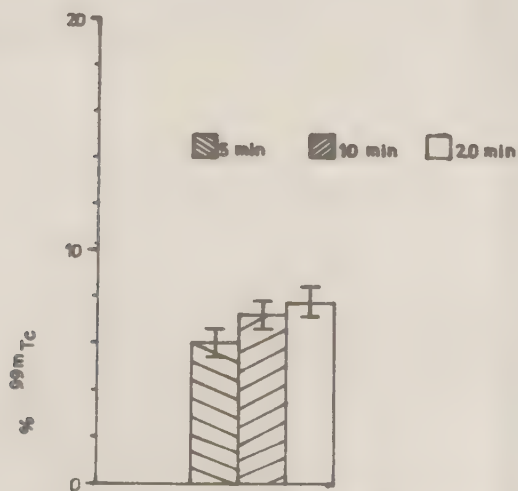


Abb. 25: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{99m}Tc -Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=25)

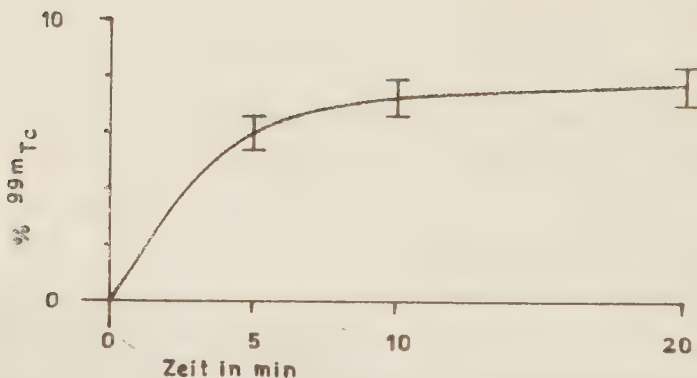


Abb. 26: % ^{99m}Tc -Aufnahme der blanden Strumen nach 5, 10 und 20 min

Um den Uptake-Anstieg über 20 min bei dem überwiegenden Teil der Patienten zu demonstrieren, zeigen wir in Abbildung 27a - 27c die mit dem Differenzschreiber erhaltenen Kurven. Die Bilder geben die Größe der Schilddrüsen wieder.

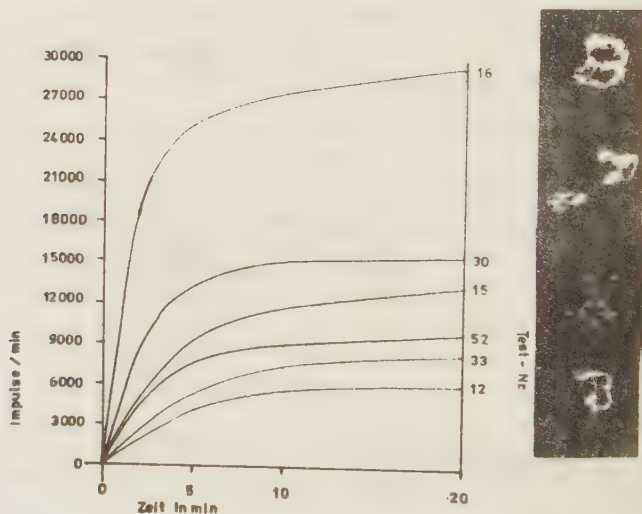


Abb. 27a: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (blande Strumen)

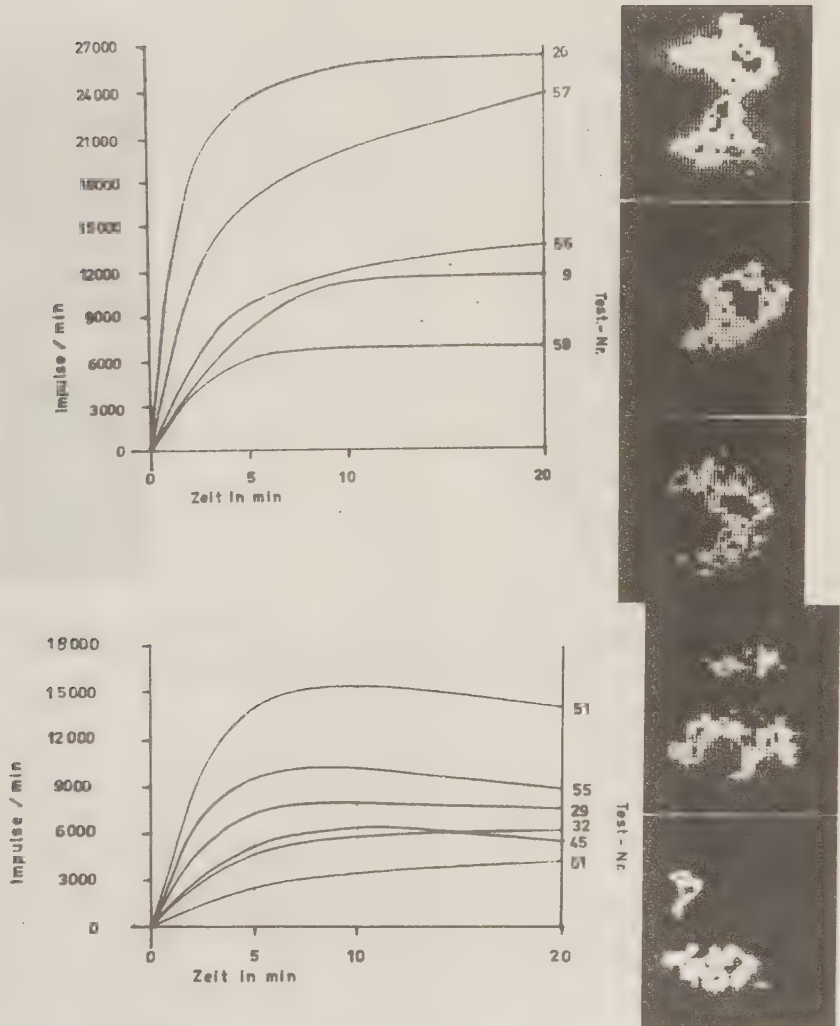


Abb. 27b: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (blande Strumen)

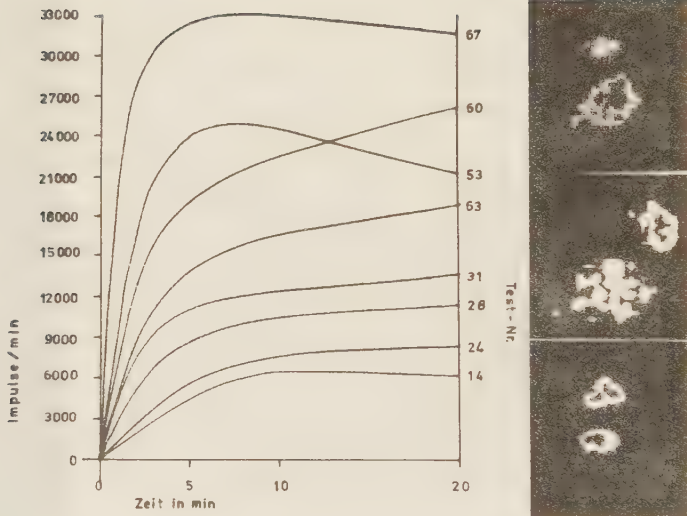


Abb. 27c: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (blande Strumen)

Die Tabelle 10 gibt einen Überblick aller Werte nach 5, 10 und 20 min mit Angabe des PBJ, des T_3 und des ^{131}J -Speicherungswertes nach 6 h.

Tab. 10: ^{99m}Tc -Aufnahmewerte in % sowie andere Untersuchungen mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei blanden Strumen (N=25)

N	Test-Nr.		Uptake in % nach			PBJ %	$\text{T}_{\frac{1}{2}}$ %	^{131}J -Zweit phasentest nach 6 h r
			5 min	10 min	20 min			
1	61	w.	1,00	2,00	2,00	6,10	30,00	12,3
2	59	w.	2,00	3,00	3,00	--	--	17,0
3	15	w.	2,37	3,10	3,60	4,60	32,70	32,0
4	12	w.	3,00	4,00	5,00	6,90	--	12,0
5	52	w.	3,04	3,17	3,78	6,10	29,50	30,0
6	14	w.	3,28	4,04	4,78	--	--	33,0
7	32	w.	3,57	4,20	4,66	5,30	28,40	40,0
8	33	w.	3,65	5,16	5,94	4,70	35,30	--
9	63	w.	4,00	5,00	6,00	5,50	30,10	39,0
10	45	w.	4,00	5,00	4,00	--	26,90	--
11	55	m.	4,01	4,26	3,79	3,90	22,10	45,5
12	9	w.	4,46	6,39	6,75	7,00	--	37,0
13	24	w.	6,56	8,53	10,00	5,30	29,40	38,0
14	57	w.	7,00	9,00	10,00	6,30	31,30	34,0
15	60	w.	7,00	9,00	11,00	5,20	30,10	45,0
16	29	w.	7,51	8,00	7,96	4,80	34,10	45,0
17	53	m.	7,72	8,04	7,10	5,30	29,80	27,0
18	66	w.	8,00	12,00	14,00	4,50	31,30	54,0
19	30	w.	8,30	9,28	10,05	2,20	32,90	36,0
20	31	w.	8,66	10,20	11,45	4,90	26,20	51,0
21	28	w.	8,97	11,00	12,20	3,40	42,10	42,0
22	26	m.	9,10	10,05	10,45	5,90	30,00	--
23	67	m.	10,00	11,00	10,00	4,50	26,00	60,0
24	16	w.	11,00	12,00	13,00	3,80	35,60	55,0
25	51	w.	12,03	13,10	12,58	2,40	--	44,0
$\bar{x} \pm \text{SEM}$			6,01 $\pm 0,61$	7,23 $\pm 0,67$	7,73 $\pm 0,72$	4,94 $\pm 0,27$	30,69 $\pm 0,94$	37,67 $\pm 2,73$

4.1.2.2. ^{99m}Tc -Clearance

Die Tabelle 11 gibt zunächst wieder einen Überblick der erhaltenen Clearancewerte des $^{99m}\text{Technetium}$.

Tab. 11: ^{99m}Tc -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei blinden Strumen (N=10)

N	Test-Nr.		Clearance in ml/min nach		
			5 min	10 min	20 min
1	24	w.	28,70	12,50	4,50
2	30	w.	27,20	7,85	0
3	33	w.	27,02	17,00	- 2,30
4	32	w.	24,00	5,70	0
5	61	w.	17,14	3,47	0
6	52	w.	13,85	11,04	0
7	59	w.	12,41	8,44	- 4,15
8	12	w.	12,29	7,14	0
9	55	m.	11,16	4,08	- 9,65
10	29	w.	11,09	8,94	- 3,63
$\bar{x} \pm \text{SEM}$			18,49 $\pm 2,33$	8,62 $\pm 1,29$	- 1,52 $\pm 1,18$

Auch hier ist ein deutlicher Abfall der Clearance zu sehen. Lediglich ein Proband weist eine noch positive Clearance nach 20 min auf. Die Clearance von 5 Patienten ist auf 0 abgefallen, bei weiteren 4 Patienten sogar in negative Bereiche. Die Abbildung 28 gibt die Zahlen der Tabelle 11 graphisch wieder.

Die Mittelwerte mit deren Standardabweichungen sind in der Abbildung 29 dargestellt (Vergl. Abb. 25).

Der Clearanceabfall beträgt zwischen 5 und 10 min 46 %. Die Abbildung 30 zeigt die während der Untersuchungszeit inkonstante Clearance.

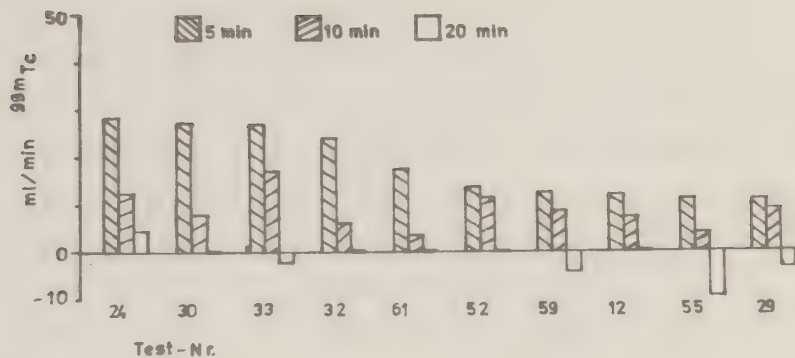


Abb. 28: ^{99m}Tc -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=10)

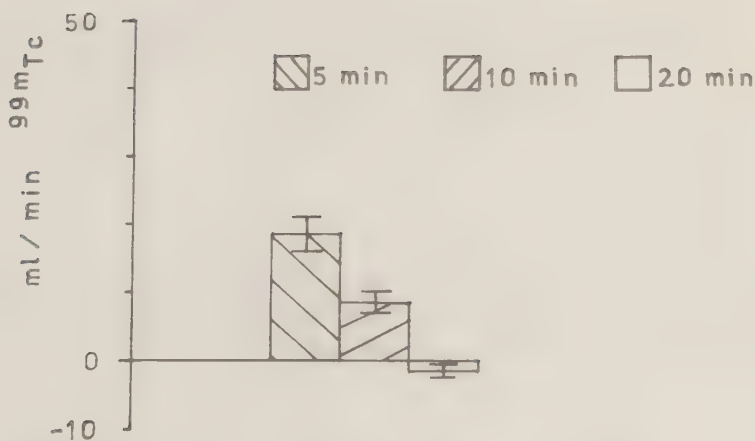


Abb. 29: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=10)

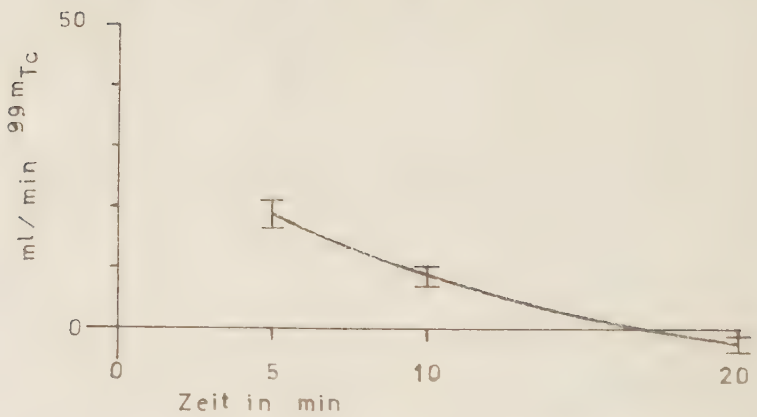


Abb. 30: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei blanden Strumen (N=10)

4.1.3. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blande Strumen

4.1.3.1. ^{99m}Tc -Uptake

Eine ähnliche Aufnahmekinetik zeigen euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blande Strumen. Die mittlere Aufnahme nach 5 min liegt bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung nur um 16 % unter der 5 min-Uptakerate der blanden Strumen. Nach 20 min sehen wir, daß die Aufnahme der nicht vergrößerten euthyreoten Schilddrüsen 91 % der Uptakerate der blanden Strumen erreicht. Zudem Überlappen sich die Uptakebereiche beider Funktionszustände (Abbildung 31).

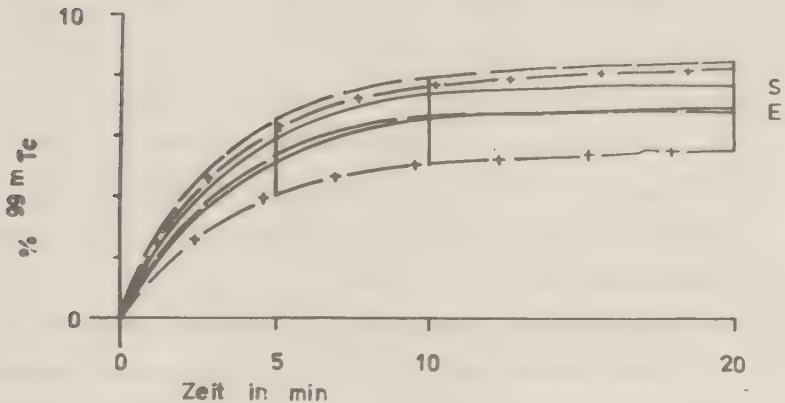


Abb. 31: % ^{99m}Tc -Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (E) und der blanden Strumen (S) nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Die Signifikanzprüfung * durch multiplen t-Test ergab zwischen beiden Gruppen keinen statistisch signifikanten Unterschied ($p = > 0,40$). Wir haben daher beide Gruppen zusammengefaßt.

Die Mittelwerte mit den Standardabweichungen der Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) wurden wie folgt errechnet:

5,74 $\pm$ 0,53 nach 5 min
6,98 $\pm$ 0,61 nach 10 min und
7,49 $\pm$ 0,65 nach 20 min

bei insgesamt 37 untersuchten Patienten.

4.1.3.2. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Clearance

5 min p.i. liegen die Clearanceraten zwischen den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung und den blanden Strumen unter dem 5 %-Niveau der Signifikanz ($p = < 0,05$). Aber bereits 10 min p.i. finden wir bei Mittelwerten von 8,53 ml/min für euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und 8,62 ml/min für blande Strumen keinen signifikanten Unterschied mehr. Dies trifft auch für den 20 min-Wert zu.

Die Clearance der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung fällt also in den ersten 10 min p.i. deutlicher ab als die Clearance der blanden Strumen, bei denen wir nach 10 min 47 %, bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung aber nur noch 32 % des Ausgangswertes gemessen haben.

* Die Signifikanzgrenzen wurden bei einem 0,1 % - 5 % Niveau festgelegt.

4.1.4. Hyperthyreosen

4.1.4.1. ^{99m}Tc -Uptake

In der Tabelle 12 sind die Uptakeraten nach 5, 10 und 20 min, das PBJ, T_3 und der ^{131}J -Speicherungswert nach 6 h eingetragen. Die Abbildung 32 gibt diese Zahlen graphisch wieder.

Tab. 12: ^{99m}Tc -Aufnahmewerte in % sowie andere Untersuchungen mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Hyperthyreosen (N=9)

N	Test-Nr.	Uptake in % nach			PBJ %	T_3 %	^{131}J -Zwei- phasentest nach 6 h r
		5 min	10 min	20 min			
1	25 w.	14,80	17,10	16,40	11,1	44,7	73
2	5 m.	15,12	15,70	22,20	9,8	29,7	55,5
3	8 w.	16,55	18,05	17,95	10,5	42	70
4	37 w.	26,65	40,25	41,50	-	37,8	78
5	48 w.	31	35	35	12,2	56,5	68
6	6 w.	34,80	40,30	37,10	7,2	42,6	71
7	11 w.	35,21	37	36,60	8,3	51,8	75
8	43 w.	42	44	42	-	-	90
9	7 w.	52,50	54,20	57,25	12	48	72
$\bar{x} \pm \text{SEM}$		29,85 $\pm 4,32$	33,51 $\pm 4,52$	34,00 $\pm 4,39$	10,16 $\pm 0,71$	44,14 $\pm 2,93$	72,50 $\pm 3,03$

Die Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) sind in der Abbildung 33 dargestellt.

Den rapiden Anstieg der ^{99m}Tc -Aufnahme innerhalb der ersten 5 bzw. 10 min demonstriert die Abbildung 34.

Innerhalb der ersten 5 min sind bereits 88 % des 20 min-Wertes aufgenommen, nach 10 min ist eine schon fast vollständige "Sättigung" erreicht mit 99 %.

6 von 9 Patienten zeigen eine nach 10 min bereits abfallende Kurve (Abbildung 35).

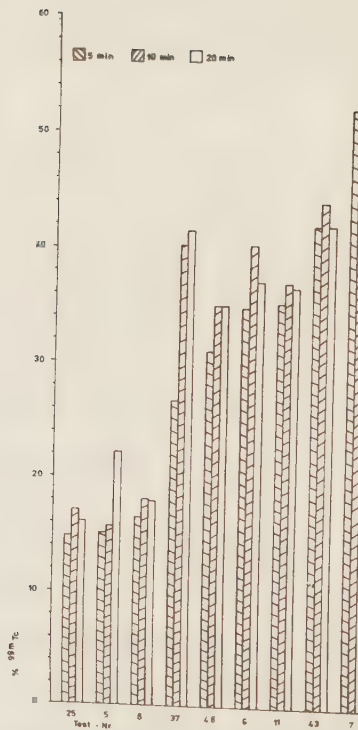


Abb. 32: %-Speicherung des verabreichten ^{99m}Tc zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=9)

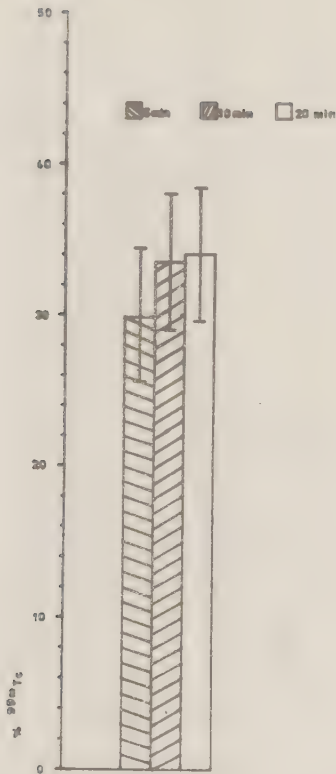


Abb. 33: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{99m}Tc -Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=9)

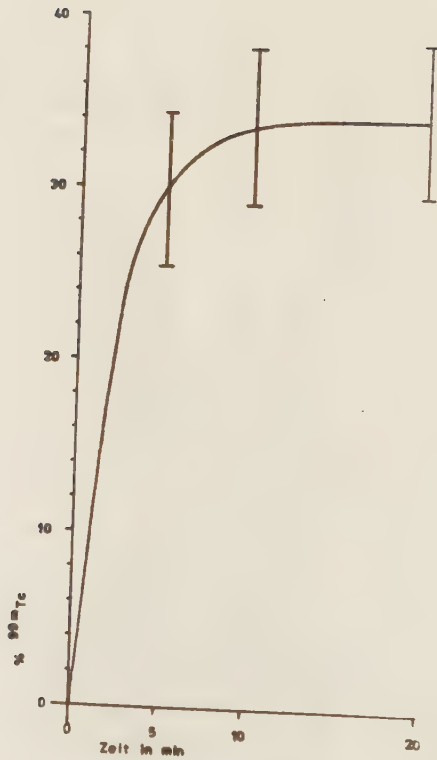


Abb. 34: % ^{99m}Tc -Aufnahme der Hyperthyreosen nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

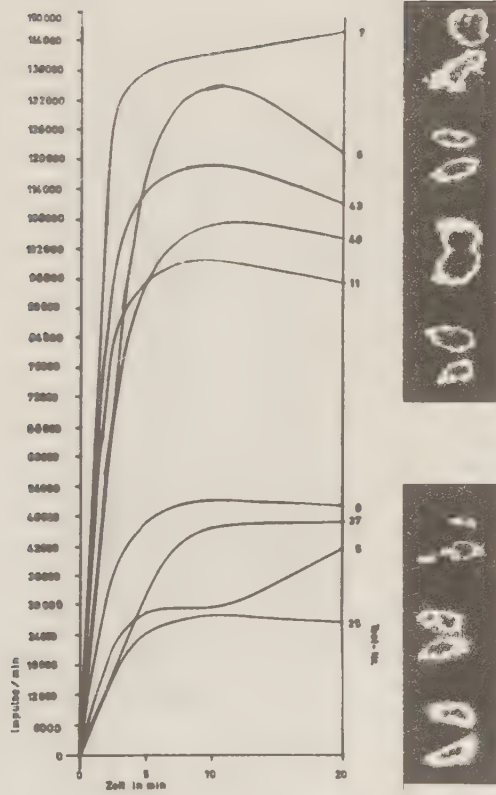


Abb. 35: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (Hyperthyreosen)

4.1.4.2. ^{99m}Tc -Clearance

Bei 7 Probanden mit Hyperthyreosen wurde eine ^{99m}Tc -Clearance bestimmt. Ein sehr extremer Clearanceabfall von 127,47 ml/min auf -34,76 ml/min zwischen 5 und 20 min wird in der Abbildung 36 deutlich.

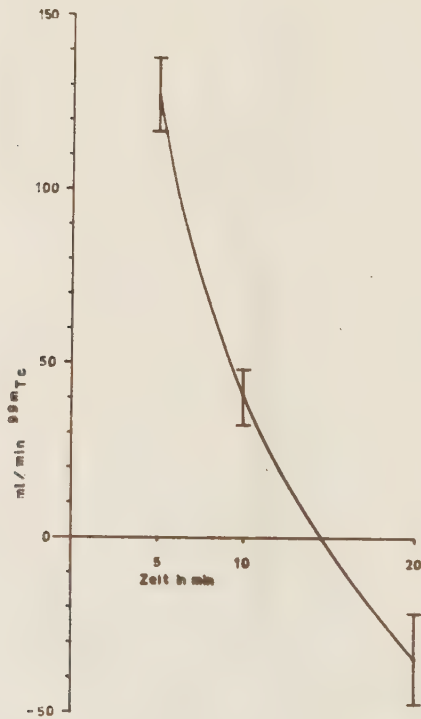


Abb. 36: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei Hyperthyreosen (N=7)

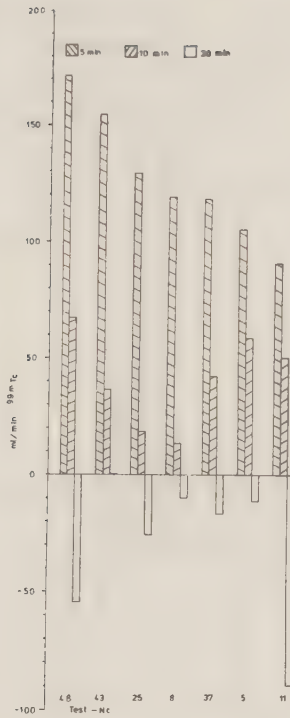


Abb. 37: ^{99m}Tc -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=7)

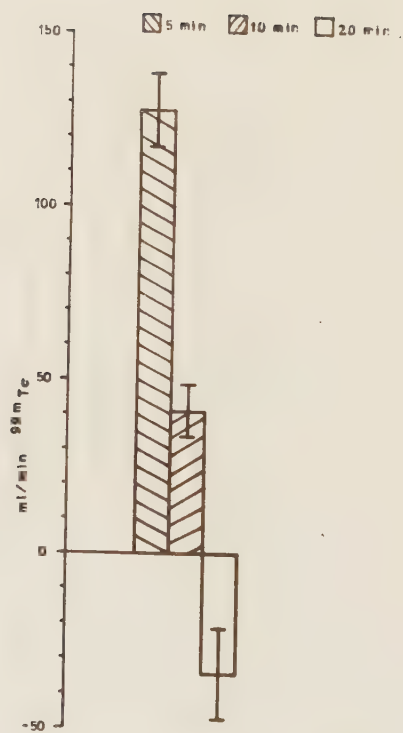


Abb. 38: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Clearance zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=7)

In der Tabelle 13 sind die erhaltenen Einzelwerte nach 5, 10 und 20 min aufgeführt - die Abbildung 37 veranschaulicht dies graphisch. Wir finden hier Clearance-raten zwischen 179,42 ml/min und 91,32 ml/min nach 5 min und zwischen 0 ml/min und - 90 ml/min nach 20 min. Die Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) sind in der Abbildung 38 wiedergegeben.

Tab. 13: $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Hyperthyreosen (N=7)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	48 w.	171,42	65,55	- 54,40
2	43 w.	154,83	36,61	0
3	25 w.	129,97	18,31	- 26,02
4	8 w.	119,75	13,77	- 10
5	37 w.	119	42,85	- 17
6	5 m.	106	59	- 11,14
7	11 w.	91,32	50,49	- 90
$\bar{x} \pm \text{SEM}$		127,47 $\pm 10,45$	40,94 $\pm 7,39$	- 34,76 $\pm 12,91$

4.1.5. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung
mit blanden Strumen und Hyperthyreosen

4.1.5.1. ^{99m}Tc -Uptake und -Clearance

Hier liegen die Werte zwischen der Gruppe der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und der Gruppe der Hyperthyreosen auf dem 0,1 % - Niveau der Signifikanz, d.h. es besteht ein hochsignifikanter Unterschied zwischen beiden untersuchten Gruppen ($p = 0,001$) zu allen Zeiten (5, 10 und 20 min p.i.). Die Aufnahmebereiche aller Gruppen überlappen sich nicht, wie die Abbildung 39 für die %-Aufnahme 5, 10 und 20 min p.i. zeigt.

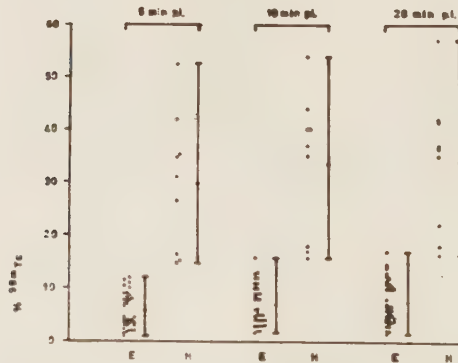


Abb. 39: % - Aufnahmebereiche für ^{99m}Tc bei euthyreosen Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen (E) und Hyperthyreosen (H) 5, 10 und 20 min p.i.

In der vorliegenden Untersuchung liegt der Scheitelpunkt der Aufnahme bei Hyperthyreosen 10 min p.i. bei einer 99 % - "Sättigung". Bei 6 der 9 Probanden (= 66,6%) haben wir einen Rückgang der Aufnahme rate nach 10 min. Demgegenüber ist bei der Gruppe der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen 10 min p.i. "erst" 93 % der Gesamtaufnahme in der Schilddrüse und bei lediglich 8 der 37 untersuchten Patienten (= 21,7 %) fällt die Aufnahme rate zwischen 10 und 20 min p.i. wieder ab.

Die Clearancewerte der Hyperthyreosen liegen nach 5, 10 und 20 min hochsignifikant höher als die entsprechenden Werte der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung ($p = 0,001$).

4.1.6. Adenome

4.1.6.1. ^{99m}Tc -Uptake

In der Abbildung 40 wurden die in der Tabelle 14 wiedergegebenen Werte aufgezeichnet.

Tab. 14: ^{99m}Tc -Aufnahmewerte in % sowie andere Untersuchungen mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Adenomen (N=7)

N	Test-Nr.	Uptake 5 min	in % 10 min	nach 20 min	PBJ %	T_3 %	^{131}J -Zwei- phasentest nach 6 h r
1	42 m.	4,91	6	6,16	5,2	39,6	43
2	1 w.	5,25	6,35	6,35	5,9	36,8	36
3	4 w.	6,36	6,85	6,55	5,4	30,6	61
4	2 m.	9,70	9,96	8,84	11,4	43,4	65
5	3 w.	9,71	14,30	16,25	-	46,5	57
6	49 w.	2	3	3	-	-	20
7	10 w.	5,26	5,38	5	5,0	34,2	20
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.41)		6,17 $\pm 1,04$	7,41 $\pm 1,39$	7,45 $\pm 1,61$	6,58 $\pm 1,21$	38,52 $\pm 2,40$	43,14 $\pm 7,09$

Die zwei kompensierten Adenome (Test-Nr. 49 und 10) wurden ans Ende der Tabelle 14 resp. graphischen Darstellung in Abbildung 40 gestellt.

Zwischen den beiden Gruppen der kompensierten und dekompenzierten Adenome besteht kein signifikanter Unterschied ($p \geq 0,1$). Wir fassen sie daher im folgenden zu einer Gruppe zusammen.



Abb. 40: %-Speicherung des verabreichten ^{99m}Tc zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen (N=7)

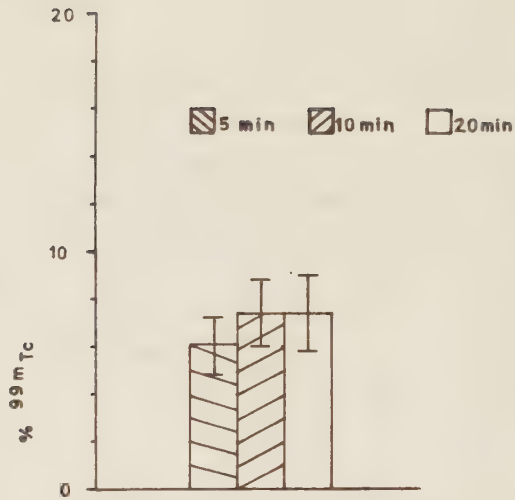


Abb. 41: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{99m}Tc -Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen ($N=7$)

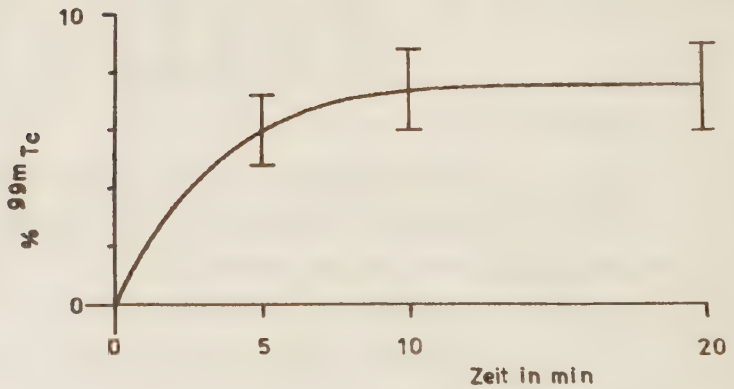


Abb. 42: % ^{99m}Tc -Aufnahme der Adenome nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Die Abbildung 42 und die mit dem Differenzschreiber erhaltenen Kurven in der Abbildung 43 verifizieren den schnellen Einstrom des ^{99m}Tc in den ersten 5 min, im Mittel sind 81 % des 20 min-Wertes aufgenommen. Nach 10 min sind es dann bereits 98 %, so daß auch hier - wie bei den Hyperthyreosen - die fast vollständige " Sättigung " nach 10 min erreicht oder überschritten ist.

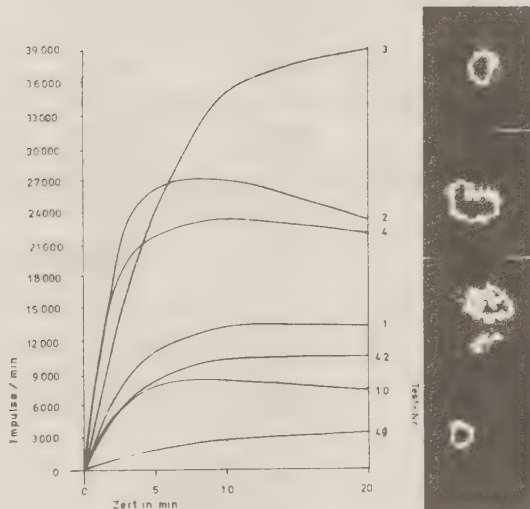


Abb. 43: Zeitaktivitätskurven der ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse (Adenome)

4.1.6.2. ^{99m}Tc -Clearance

Die Clearance der Adenome ist bei Werten von 60 - 17,30 ml/min nach 5 min und 0 - -18,41 ml/min nach 20 min inkonstant (Tabelle 15) und (Abbildung 44).

Tab. 15: ^{99m}Tc -Clearance in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Adenomen (N=7)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	3 w.	60	58,40	0
2	42 m.	49,83	22,21	- 7,27
3	1 w.	46,60	18,11	- 4,83
4	4 w.	30,76	15,22	- 7,21
5	2 m.	23,50	4,81	- 18,41
6	49 w.	24,80	14,77	- 3,29
7	10 w.	17,30	11,11	- 6,66
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.45)		36,11 $\pm 6,05$	20,66 $\pm 6,62$	- 6,81 $\pm 2,17$

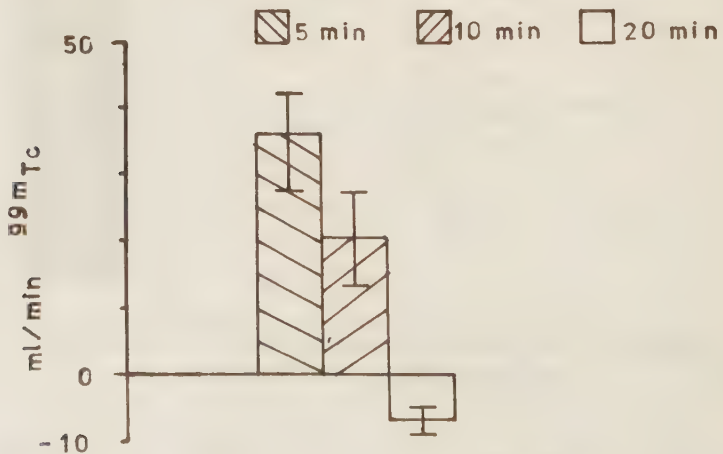


Abb. 45: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen (N=7)

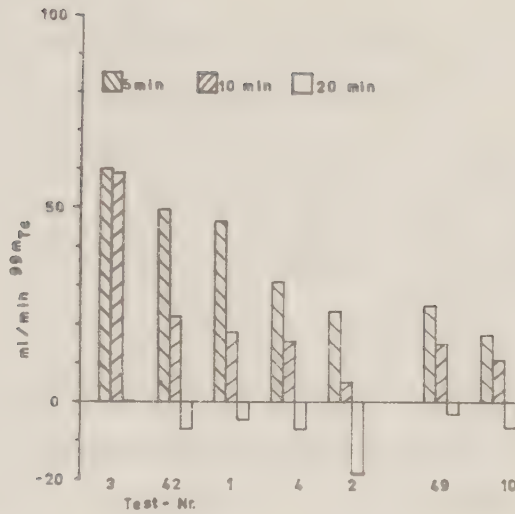


Abb. 44: ^{99m}Tc -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen (N=7)

Auch hier besteht kein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der kompensierten und der Gruppe der dekompenzierten Adenome ($p = > 0,1$)

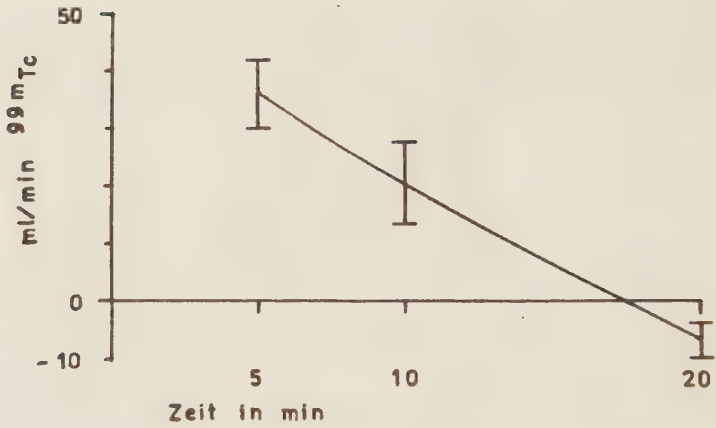


Abb. 46: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei Adenomen (N=7)

4.1.7. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen, Hyperthyreosen und Adenome.

4.1.7.1. ^{99m}Tc -Uptake

Bei dem Vergleich zwischen der prozentualen Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und den Adenomen kann man nach 5, 10 und 20 min keinen statistisch signifikanten Unterschied feststellen ($p = > 0,1$). Die Abbildung 47, in der die euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung, die blanden Strumen und die Adenome getrennt aufgeführt sind, zeigt, daß sich die Aufnahmebereiche dieser 3 Gruppen zu allen Zeiten p.i. überlappen. Weiterhin sieht man ein ähnliches Aufnahmeverhalten von ^{99m}Tc in die Schilddrüse bei allen 3 Gruppen.

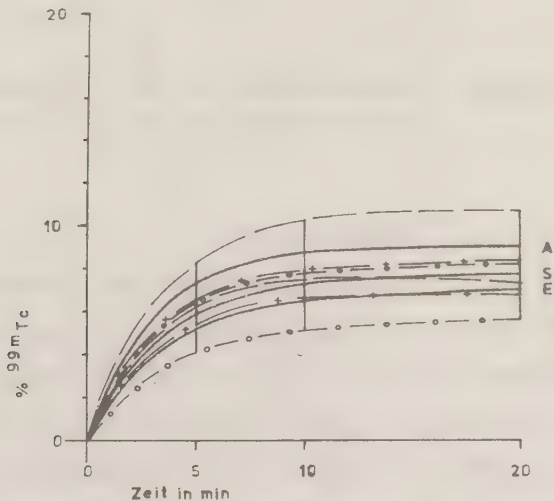


Abb. 47: % ^{99m}Tc -Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (E), blanden Strumen (S) und Adenome (A) nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Dagegen ist der Unterschied zwischen der Gruppe der Adenome und der der Hyperthyreosen hochsignifikant ($p = 0,001 : 5, 10$ und 20 min p.i.). Zu keiner Zeit überlappen sich die Aufnahmebereiche beider Funktionszustände (Abbildung 48, vergl. Abbildung 39).

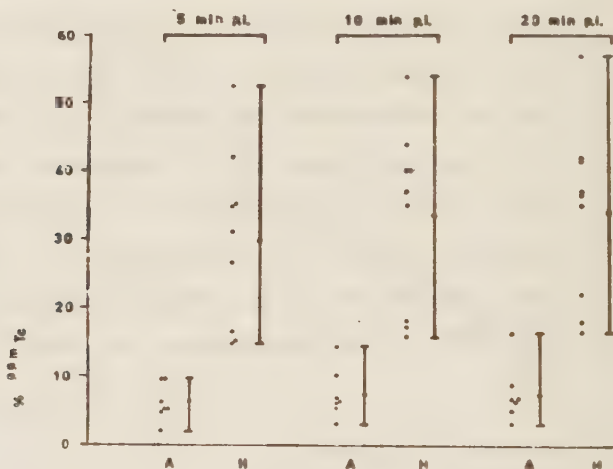


Abb. 48: %-Aufnahmebereiche für ^{99m}Tc bei Adenomen (A) und Hyperthyreosen (H) 5, 10 und 20 min p.i.

4.1.7.2. ^{99m}Tc -Clearance

Bei der Signifikanzprüfung für die Clearance zwischen den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen einerseits und den Adenomen andererseits lag der Wert 5 min p.i. unter dem 1 %-Niveau ($p = < 0,01$) und 10 min p.i. über dem 1 %-Niveau der Signifikanz ($p = > 0,01$). 20 min p.i. ergab sich kein signifikanter Unterschied mehr zwischen beiden Gruppen ($p = > 0,1$).

Hochsignifikante Unterschiede sehen wir dagegen zwischen den Gruppen der Adenome und der Hyperthyreosen 5 min p.i. ($P = 0,001$), keine Signifikanz 10 min p.i. ($p = > 0,05$), 20 min p.i. aber eine Signifikanz bei $p = < 0,05$.

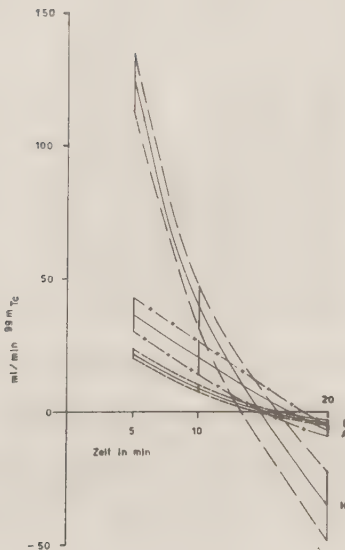


Abb. 49: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen (E), Adenomen (A) und Hyperthyreosen (H)

4.2. Messungen mit ^{131}J

4.2.1. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung

4.2.1.1. ^{131}J -Uptake

Bei 5 Patienten mit einem szintigraphisch, hormon-analytisch und palpatorisch unauffälligen Schilddrüsenbefund haben wir die Aufnahmekinetik von ^{131}J studiert. Die Tabelle 16 gibt zunächst einen Überblick über die Uptakewerte des intravenös applizierten ^{131}J .

Tab. 16: ^{131}J -Aufnahmewerte in % mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)

N	Test-Nr.	Uptake in % nach		
		5 min	10 min	20 min
1	36 w.	3,24	5,57	6,68
2	35 w.	5,24	5,63	7,90
3	38 m.	5,93	7,97	9,62
4	34 w.	10,93	15,80	18,20
5	27 w.	11,62	17,25	19,43
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.51)		7,39 $\pm 1,65$	10,44 $\pm 2,53$	12,37 $\pm 2,68$

In der Abbildung 50 sind die Aufnahmezeiten graphisch wiedergegeben. Wir erhielten 5 min-Werte zwischen 3,24 % und 11,62 % und 20 min-Werte zwischen 6,68 % und 19,43 %. Die kontinuierliche Aufnahme des ^{131}J zeigt die Abbildung 52.

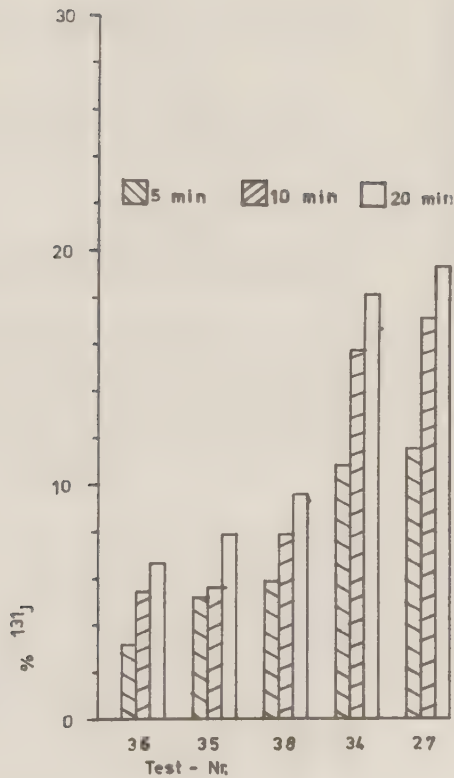


Abb. 50: %-Speicherung des verabreichten ^{131}I zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)

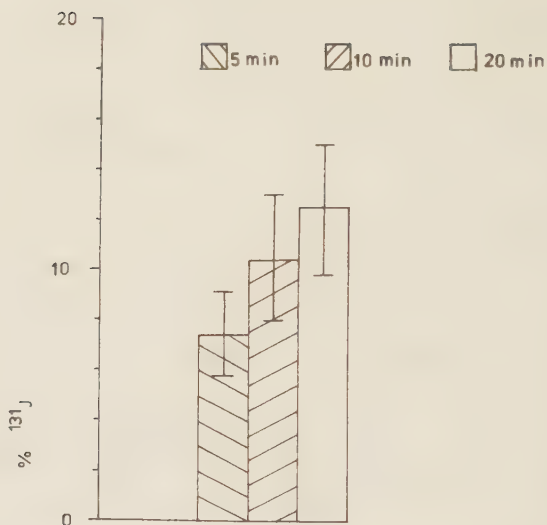


Abb. 51: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{131}J -Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)

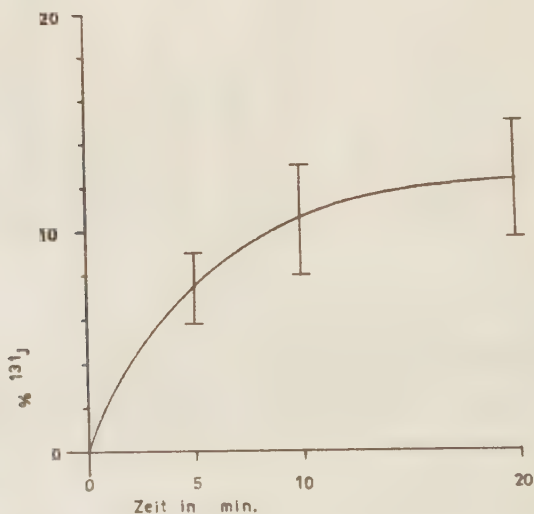


Abb. 52: % ^{131}J -Aufnahme der euthyreoten Schilddrüse ohne Vergrößerung nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

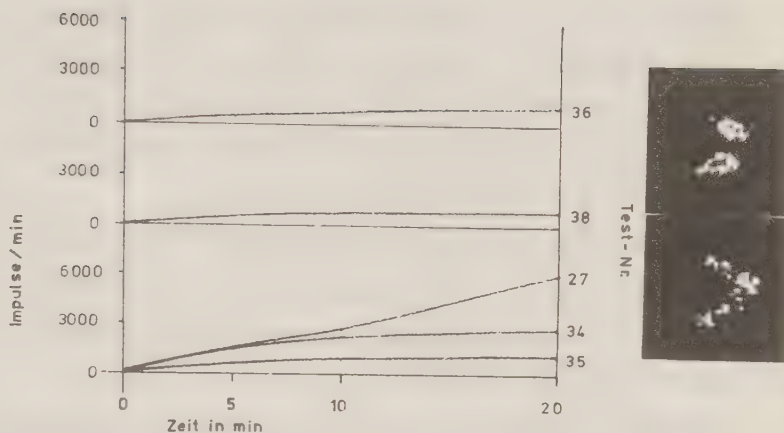


Abb. 53: Zeitaktivitätskurven der ^{131}I -Aufnahme der Schilddrüse (euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung)

Die in der Abbildung 53 gezeigten Impulskurven wurden mit dem Differenzschreiber ermittelt und zeigen nach Injektion von jeweils ca $150\text{ }\mu\text{Ci}$ ^{131}I einen über 20 min zu beobachtenden langsamen Anstieg bei flachem Kurvenverlauf.

4.2.1.2. ^{131}J - Clearance

Die ^{131}J -Clearance bleibt in den ersten 10 min post injectionem noch auf etwa gleichem Niveau bei Mittelwerten von $66,57 \pm 19,63$ ml/min nach 5 min und $64,93 \pm 20,74$ ml/min 10 min p.i. (Abbildung 54). Nach 10 min stellen wir bei ^{131}J einen Clearanceabfall fest. Die Clearance erreicht nach 20 min nur noch einen Mittelwert von $43,73 \pm 16,47$ ml/min. (Abbildung 55).

Tabelle 17 führt die Absolutwerte der ^{131}J -Clearance von 5 Probanden auf. Die 5 min-Werte liegen zwischen 124,5 und 22,65 ml/min (N=5) und die 20 min-Werte zwischen 75,6 und 20,6 ml/min (N=3).

Tab. 17: ^{131}J -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	27 w.	124,50	128	-
2	34 w.	101	99	75,60
3	36 w.	47,90	44,50	35
4	38 m.	36,80	19,25	20,60
5	35 w.	22,65	33,90	-
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.56)		$66,57$ $\pm 19,63$	$64,93$ $\pm 20,74$	$43,73$ $\pm 16,47$

Für die 20 min-Clearance standen uns nur 3 Patienten zur Verfügung, da zu diesem Zeitpunkt bei 2 Patienten keine Blutentnahmen vorgenommen wurden.

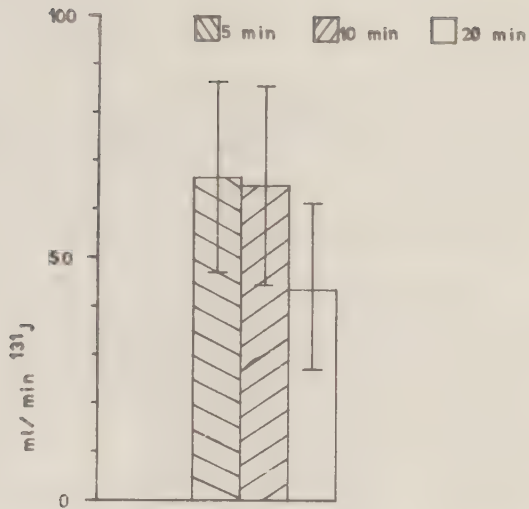


Abb. 54: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J -Clearance zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)

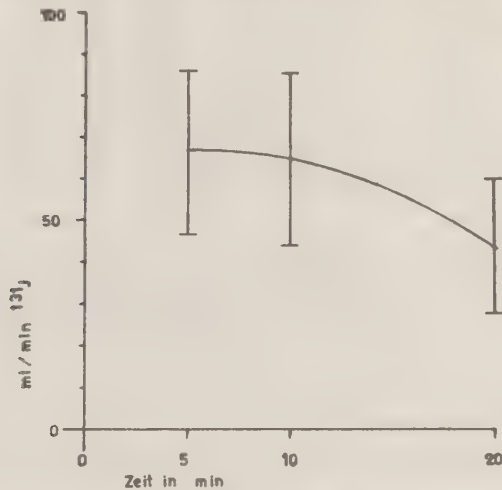


Abb. 55: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)



Abb. 56: ^{131}J -Clearance (ml/min, zu verschiedenen Zeiten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (N=5)

4.2.2. Blande Strumen

4.2.2.1. ^{131}J -Uptake

Wir ersehen aus Abbildung 57 die absoluten Uptakewerte von 9 Probanden graphisch dargestellt, die ^{131}J -Aufnahme liegt nach 5 min zwischen 5 % und 17,9 % und nach 20 min zwischen 8,2 % und 29,7 %. Die Einzelwerte wurden noch einmal in der Tabelle 18 aufgeführt.

Tab. 18: ^{131}J -Aufnahmewerte in % mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei blanden Strumen (N=9)

N	Test-Nr.	Uptake in % nach		
		5 min	10 min	20 min
1	14 w.	5	6,40	8,20
2	33 w.	5,50	7,70	11,80
3	28 w.	9	12	17
4	26 m.	10	16,50	22
5	24 w.	10,50	15	19,50
6	18 w.	11	13	16
7	29 w.	12	15,50	20,40
8	31 w.	12,40	13,58	15,48
9	30 w.	17,90	22,20	29,70
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.58)		10,37 $\pm 1,28$	13,54 $\pm 1,57$	17,79 $\pm 2,06$

In der Uptakekurve (Abbildung 59) wird die Aufnahme-kinetik des ^{131}J bei Strumen deutlich. Desweiteren zeigen die mit dem Differenzschreiber erhaltenen Impulskurven (Abbildung 60) die ausnahmslos ansteigende Tendenz.

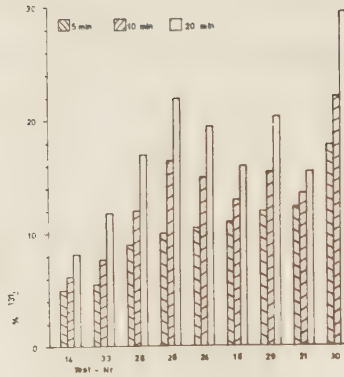


Abb. 57: %-Speicherung der verabreichten ^{131}J zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=9)

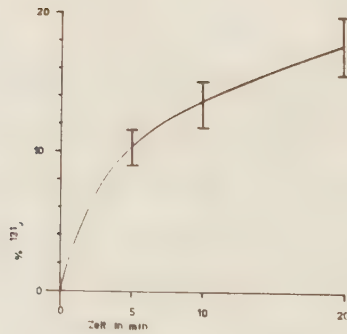


Abb. 59: % ^{131}J -Aufnahme der blanden Strumen nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

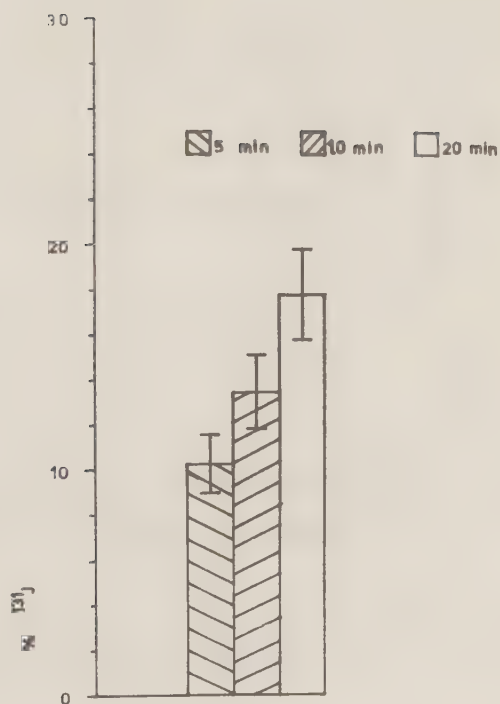


Abb. 58: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{131}J -Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=9)

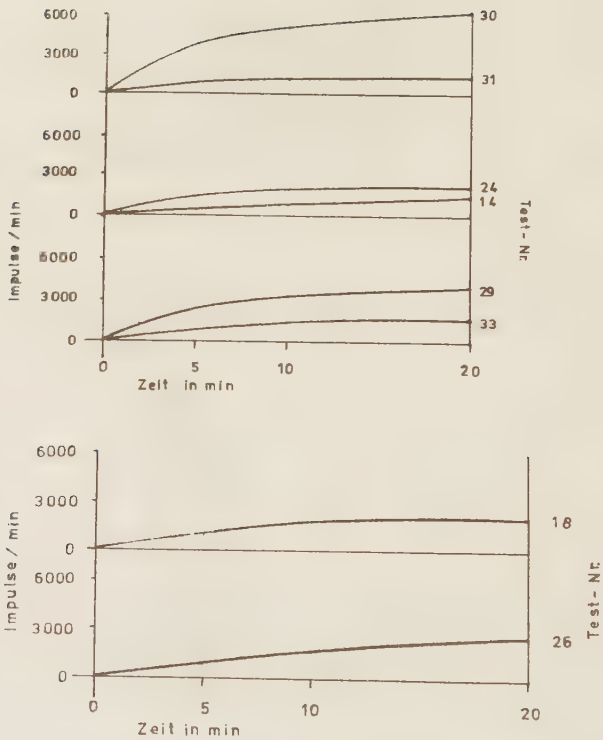


Abb. 60: Zeitaktivitätskurven der ^{131}J -Aufnahme der Schilddrüse (blande Strumen)

4.2.2.2. ^{131}J -Clearance

Bei Werten zwischen 145 und 94,4 ml/min nach 5 min und zwischen 122 und 40,06 ml/min nach 20 min liegt die ^{131}J -Clearance der Strumen von 7 Patienten (Tabelle 19).

Tab. 19: ^{131}J -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei blanden Strumen (N=7)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	31 w.	145	117	95
2	14 w.	144,23	89,60	40,06
3	18 w.	115,74	99,20	98,50
4	29 w.	113	102,50	122
5	33 w.	103,02	110,29	90,09
6	24 w.	100	91,40	104
7	30 w.	94,40	104	111
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.62)		116,48 $\pm 7,77$	102 $\pm 3,69$	94,38 $\pm 9,90$

Die Abbildung 61 zeigt die sehr unterschiedlichen Clearanceraten bei Einzelpersonen während der Untersuchungzeit.

Die Kurve der Abbildung 63 zeigt einen leichten Abfall der Clearance von 22,1 ml/min zwischen 5 und 20 min.

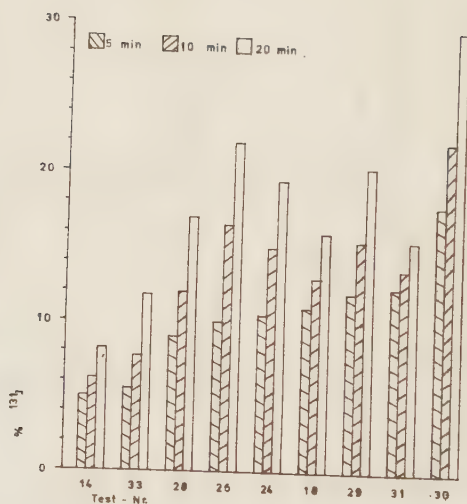


Abb. 61: ^{131}J -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei blanden Strumen (N=7)

Abb. 62:

Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)
der ^{131}J -Clearance zu
verschiedenen Zeiten bei
blanden Strumen (N=7)

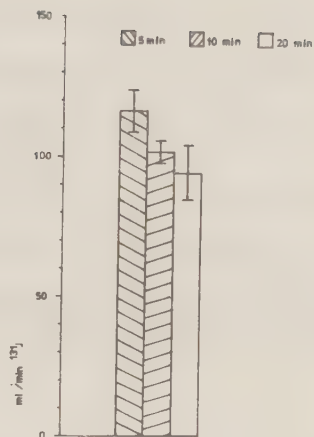
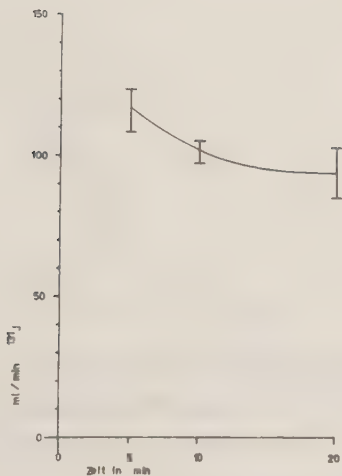


Abb. 63:

Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)
der ^{131}J -Clearance nach
5, 10 und 20 min bei
blanden Strumen (N=7)



4.2.3. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blande Strumen

4.2.3.1. ^{131}J - Uptake

Wie wir schon bei der $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Aufnahme gesehen haben (siehe 4.1.3.1.), lagen auch bei der ^{131}J -Uptake zwischen der Gruppe der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung und der Gruppe der blanden Strumen keine signifikanten Unterschiede vor ($p = > 0,1$).

Die Uptakebereiche beider Funktionszustände greifen ineinander über (Abbildung 64 und 65). Daher wurden beide Gruppen zusammengefaßt.

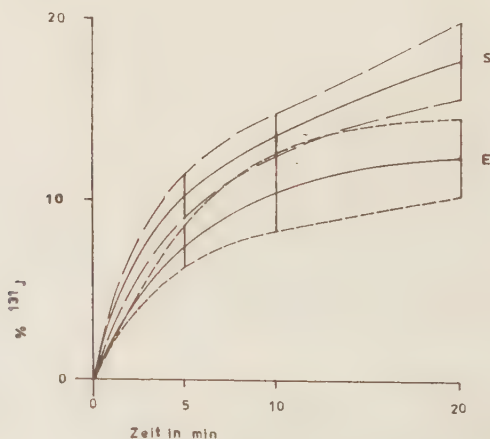


Abb. 64: % ^{131}J -Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (E) und der blanden Strumen (S) nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

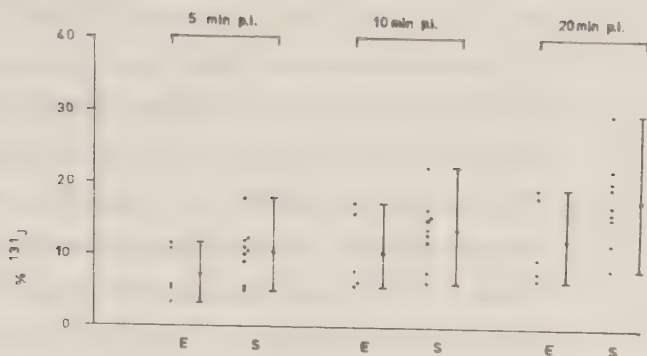


Abb. 65: % - Aufnahmebereiche für ^{131}J bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (E) und blanden Strumen (S) 5, 10 und 20 min p.i.

Der 14 Patienten umfassenden Gruppe (euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen) wurden folgende Mittelwerte mit den Standardabweichungen der Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) zugeordnet:

$9,30 \pm 1,05$ nach 5 min,
 $12,44 \pm 1,36$ nach 10 min und
 $15,85 \pm 1,73$ nach 20 min.

4.2.3.2. ^{131}J -Clearance

Die Clearance beider Gruppen unterscheidet sich nach 5 min mit einer unter dem 5 % - Niveau liegenden Signifikanz voneinander ($p = < 0,05$). Nach 10 min jedoch wird die Signifikanzgrenze minimal überschritten, nach 20 min unterscheiden sich die Clearancewerte der blanden Strumen signifikant von denen der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung ($p = < 0,05$).

Die ^{131}J -Clearance erweist sich bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung innerhalb der ersten 10 min als relativ konstant, fällt dann aber zwischen 10 und 20 min um 33 % ab. Bei blanden Strumen sinkt die Clearance von 5 zu 10 min p.i. um 12 % und um weitere 7 % zwischen 10 und 20 min - insgesamt ein geringerer Abfall innerhalb der Untersuchungszeit als bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung.

Da die Clearancewerte der blanden Strumen 5, 10 und 20 min p.i. nur wenig unter bzw. über dem 5 % - Niveau der Signifikanz gegenüber den entsprechenden Werten der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung liegen, die Aufnahmebereiche sich zudem überlappen, fassen wir beide Gruppen (wie unter 4.1.3.2.) zusammen.

4.2.4. Hyperthyreosen

4.2.4.1. ^{131}J -Uptake

Es erfolgt ein schneller Einstrom der Substanz ^{131}J in die Schilddrüse (Abbildung 66). Nach 5 min erhalten wir bereits einen Mittelwert von $30,25 \pm 5,5 \%$ bei 4 untersuchten Probanden. Der Mittelwert erhöht sich nach 10 min auf $40,04 \pm 6,85 \%$ und nach 20 min liegt er bei $51,23 \pm 8,28 \%$ (Abbildung 67).

Die in der Tabelle 20 und in der Abbildung 68 aufzeichneten Werte unserer Patienten weisen eine prozentuale Aufnahme nach 5 min zwischen 21 und 46 % und zwischen 41,2 und 76 % nach 20 min auf.

Tab. 20: ^{131}J -Aufnahmewerte in % mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Hyperthyreosen (N=4)

N	Test-Nr.	Uptake in % nach		
		5 min	10 min	20 min
1	25 w.	21	29,15	41,20
2	37 w.	25	34	43,70
3	48 w.	29	37	44
4	19 w.	46	60	76
$\bar{x} \pm \text{SEM}$		$30,25 \pm 5,50$	$40,04 \pm 6,85$	$51,23 \pm 8,28$

In der Abbildung 69 machen die mit dem Differenzschreiber erhaltenen Impulskurven den kontinuierlichen Anstieg deutlich.

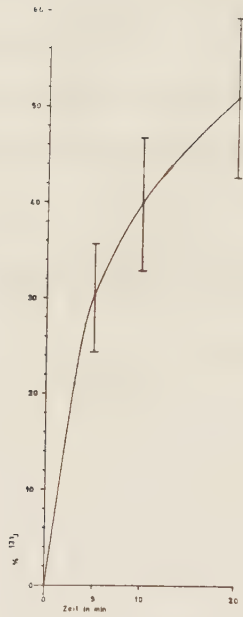


Abb. 66: % ^{131}I -Aufnahme der Hyperthyreosen
nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

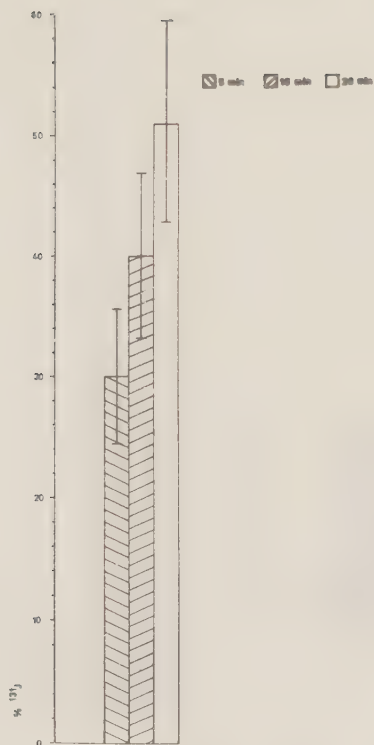


Abb. 67: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ¹³¹J-Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=4)

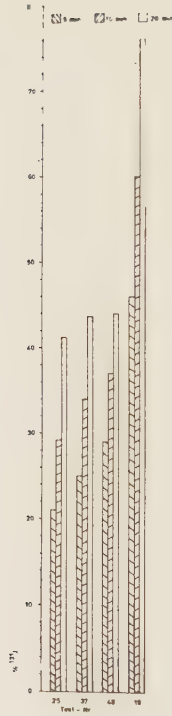


Abb. 68: %-Speicherung des verabreichten ^{131}I
zu verschiedenen Zeiten bei
Hyperthyreosen (N=4)

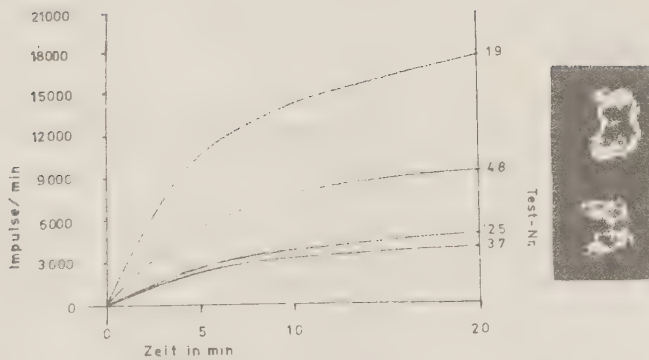


Abb. 69: Zeitaktivitätskurven der ^{131}I -Aufnahme der Schilddrüse (Hyperthyreosen)

4.2.4.2. ^{131}J -Clearance

Auch für die ^{131}J -Clearance standen uns 4 Patienten zur Verfügung. Bei den Hyperthyreosen haben wir hohe Clearanceraten von $236,78 \pm 47,9$ ml/min als Mittelwert nach 5 min. Der Abfall zum 10 min-Wert ist nur gering, es existiert ein Mittelwert von $230 \pm 51,69$ ml/min. Nach den ersten 10 min stellt sich ein deutlicher Abfall hin zum 20 min-Wert ein, der $198,53 \pm 43,19$ ml/min beträgt (Abbildung 70 und 71).

Die Tabelle 21 beinhaltet die Absolutwerte mit einer starken Streuung zwischen 154,95 und 375 ml/min nach 5 min, 139,5 und 323 nach 20 min (Abbildung 72), was auch die hohen Standardabweichungen der Mittelwerte erklärt.

Tab. 21: ^{131}J -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Hyperthyreosen (N=4)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	37 w.	375	380,70	323
2	25 w.	217,16	159,31	139,50
3	48 w.	200	214	191
4	19 w.	154,95	166	140,62
$\bar{x} \pm \text{SEM}$		236,78 $\pm 47,90$	230 $\pm 51,69$	198,53 $\pm 43,19$

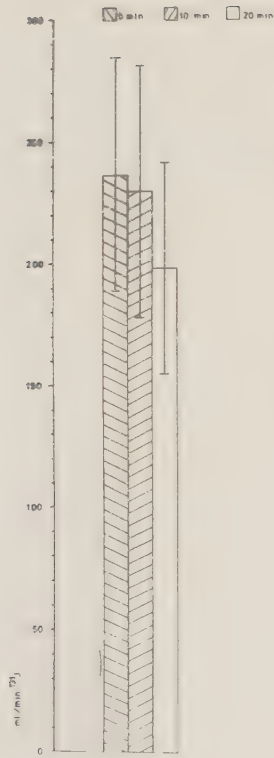


Abb. 70: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}I -Clearance zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=4)



Abb. 71: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei Hyperthyreosen (N=4)

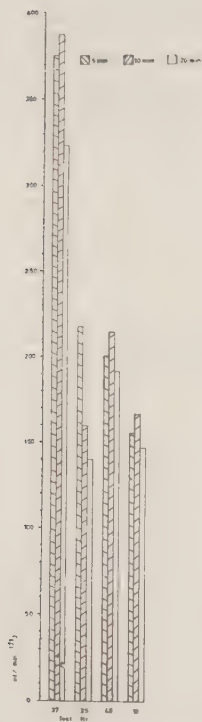


Abb. 72: ^{131}J -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei Hyperthyreosen (N=4)

4.2.5. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und Hyperthyreosen

4.2.5.1. ^{131}J -Uptake und -Clearance

Die 5, 10 und 20 min-Werte der Hyperthyreosen liegen hochsignifikant höher als die entsprechenden Werte der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen ($p = 0,001$). Die Abbildung 73 zeigt die Aufnahmebereiche beider Gruppen. Alle Hyperthyreoseraten lagen bereits nach 5 min über 20 %.

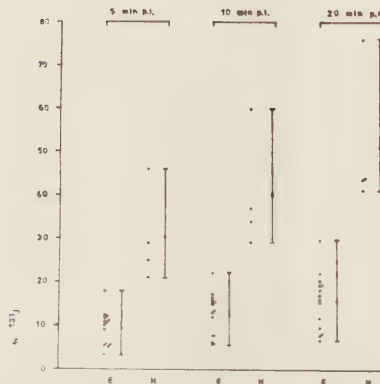


Abb. 73: %-Aufnahmebereiche für ^{131}J bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen (E) und Hyperthyreosen (H) 5, 10 und 20 min p.i.

Die Clearance der Hyperthyreosen ist innerhalb der ersten 10 min relativ konstant, aber dann 20 min p.i. um 17 % (bezogen auf den 5 min-Wert) abgefallen. Ein relativ gleichförmigen Abfall zeigen die euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen, insgesamt ebenfalls 17 %, davon 9 % zwischen 5 und 10 min und 8 % zwischen 10 und 20 min. Die Clearancewerte der Hyperthyreosen liegen auf dem 1 % - Niveau der Signifikanz ($p = 0,001$) gegenüber den Clearancewerten der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen.

4.2.6. Adenome

4.2.6.1. ^{131}J - Uptake

Von 5 untersuchten Patienten stellten wir bei 4 Probanden die Diagnose 'dekompensiertes Adenom', bei einem die Diagnose 'kompensiertes Adenom'. Zu allen 3 Zeitpunkten p.i. finden wir einen Aufnahmeanstieg.

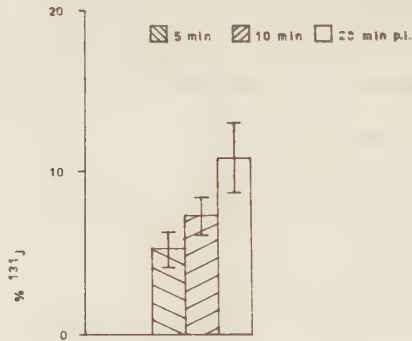


Abb. 74: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der % ^{131}J -Aufnahme zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen (N=5)

Die bei den Adenomen ermittelten Ergebnisse sind in der Tabelle 22 aufgeschlüsselt. Der Werte des kompensierten Adenoms wurde an den Schluß der Tabelle gestellt. Die kontinuierliche Aufnahme von ^{131}J verdeutlichen die mit dem Differenzschreiber erhaltenen Kurven in Abbildung 75 und die Mittelwertkurve in Abbildung 76. In der Abbildung 77 sind noch einmal die Einzelwerte graphisch wiedergegeben.

Tab. 22: ^{131}J -Aufnahme in % mit Mittelwerten und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) bei Adenomen (N=5)

N	Test-Nr.	Uptake in % nach		
		5 min	10 min	20 min
1	20 w.	3,02	3,20	6,10
2	50 w.	3,97	7,57	10,59
3	42 m.	6,50	8,80	12,70
4	1 w.	9,62	13,25	18,60
5	49 w.	3	3,30	6
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.74)		5,22 $\pm 1,27$	7,22 $\pm 1,88$	10,80 $\pm 2,34$

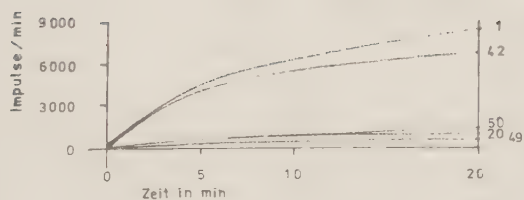


Abb. 75: Zeitaktivitätskurven der ^{131}J -Aufnahme der Schilddrüse (Adenome)

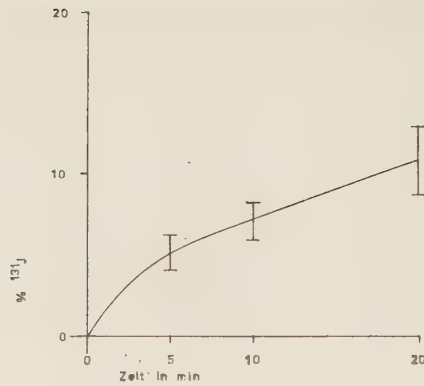


Abb. 76: % ¹³¹J-Aufnahme der Adenome nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

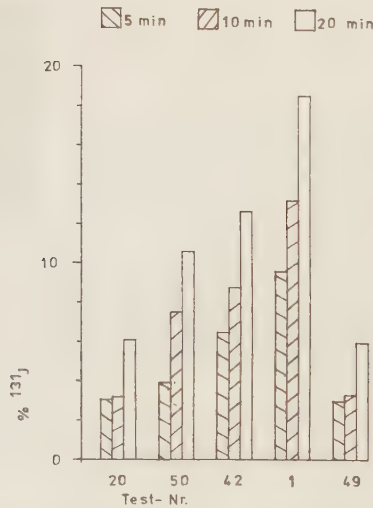


Abb. 77: %-Speicherung des verabreichten ¹³¹J zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen (N=5)

4.2.6.2. ^{131}J -Clearance

Die ^{131}J -Clearance bei Adenomen fällt zwischen 5 und 20 min im Mittel um 48,75 ml/min ab (Abbildung 78), es sind am Ende der Untersuchungszeit noch 68 % der ursprünglichen Clearance vorhanden.

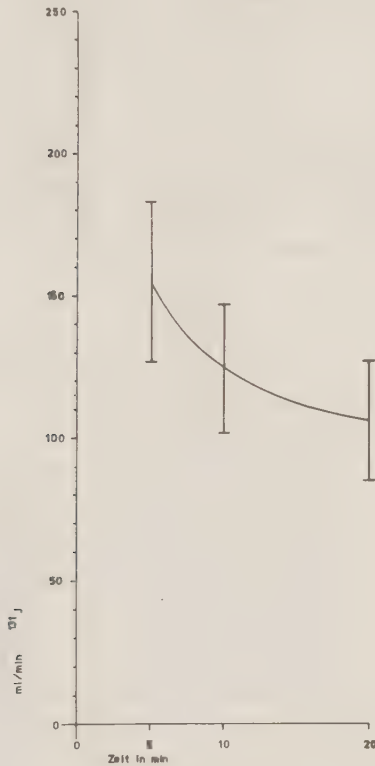


Abb. 78: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei Adenomen (N=5)

Das kompensierte Adenom wurde wie in 4.2.6.1. ans
Ende der Tabelle 23 gestellt (Test-Nr. 49).

Tab. 23: ^{131}J -Clearancewerte in ml/min mit Mittelwerten
und deren Standardabweichungen ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)
bei Adenomen (N=5)

N	Test-Nr.	Clearance in ml/min nach		
		5 min	10 min	20 min
1	1 w.	227,68	128,48	136,87
2	42 m.	208,02	207,75	173,41
3	50 w.	149,20	108,67	75,75
4	20 w.	109,09	103,44	90,03
5	49 w.	81,52	72,11	55,71
$\bar{x} \pm \text{SEM}$ (siehe Abb.80)		155,10 $\pm 27,96$	124,09 $\pm 22,79$	106,35 $\pm 21,44$

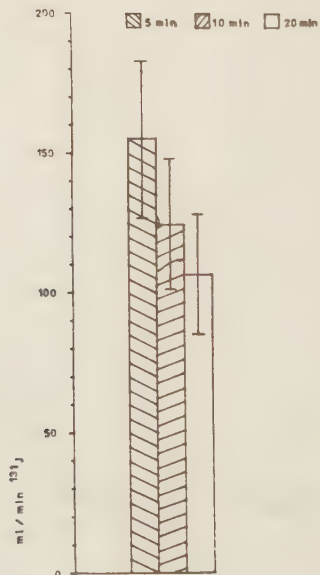


Abb. 80:

Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)
der ^{131}J -Clearance
zu verschiedenen Zeiten
bei Adenomen (N=5)

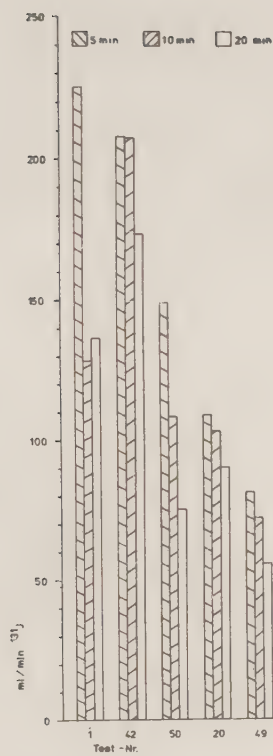


Abb. 79: ^{131}J -Clearance (ml/min) zu verschiedenen Zeiten bei Adenomen (N=5)

4.2.7. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blandem Strumen, Hyperthyreosen und Adenome

4.2.7.1. ^{131}J -Uptake

Bei dem Vergleich zwischen der prozentualen Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und den Adenomen wird 5 min p.i. das 5 % - Niveau der Signifikanz unterschritten ($p = < 0,05$),

10 und 20 min p.i. jedoch bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen mehr ($p = > 0,05$). Die Abbildung 81, in der die euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung, die blanden Strumen und die Adenome

getrennt aufgeführt sind, zeigt, daß sich die Aufnahmebereiche überlappen.

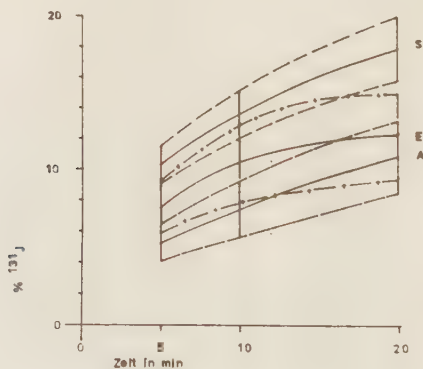


Abb. 81: % ^{131}J -Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung (E), blanden Strumen (S) und Adenome (A) nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Dagegen ist der Unterschied zwischen der Gruppe der Adenome und der der Hyperthyreosen hochsignifikant ($p = 0,001$: 5, 10 und 20 min p.i.) Zu keiner Zeit überlappen sich die Aufnahmebereiche beider Funktionszustände (Abbildung 82, vergl. Abbildung 73).

Bei der Signifikanzprüfung für die % ^{131}J -Aufnahme zwischen den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen einerseits und den Hyperthyreosen andererseits lag der Wert 5, 10 und 20 min p.i. auf dem 0,1 %-Niveau der Signifikanz ($p = 0,001$).

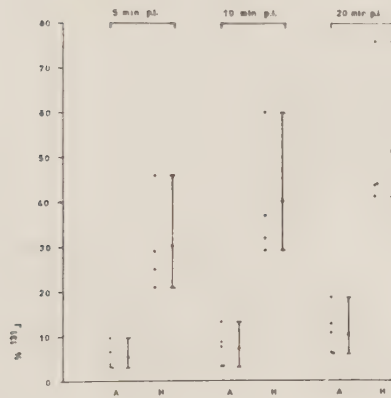


Abb. 82: %-Aufnahmebereiche für ^{131}J bei Adenomen (A) und Hyperthyreosen (H) 5, 10 und 20 min p.i.

4.2.7.2. ¹³¹J-Clearance

Bei der Signifikanzprüfung für die Clearance zwischen den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen einerseits und den Adenomen andererseits lag der Wert 5 min p.i. unter dem 5 %-Niveau ($p = < 0,05$) und 10 min p.i. über dem 5 %-Niveau der Signifikanz ($p = > 0,05$). 20 min p.i. ergab sich kein signifikanter Unterschied mehr zwischen beiden Gruppen ($p = > 0,1$). Keine Signifikanz besteht zwischen den Gruppen der Adenome und Hyperthyreosen 5, 10 und 20 min p.i. ($p = > 0,05$) (Abbildung 83), dagegen besteht hohe Signifikanz zwischen den Gruppen der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und Hyperthyreosen zu allen Zeiten p.i. ($p = 0,001$).

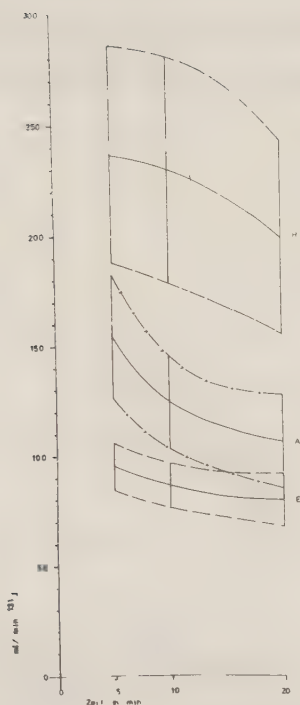


Abb. 83: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen (E), Adenomen (A), und Hyperthyreosen (H).

4.3. Vergleich von Uptake und Clearance für ^{99m}Tc und ^{131}J

4.3.1. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen

In den ersten 10 min erfolgt ein schneller Einstrom beider Substanzen in die Schilddrüse.

Wie die Abbildung 84 zeigt, verläuft die Speicherkurve für ^{99m}Tc nach 10 min erheblich flacher als die für ^{131}J .

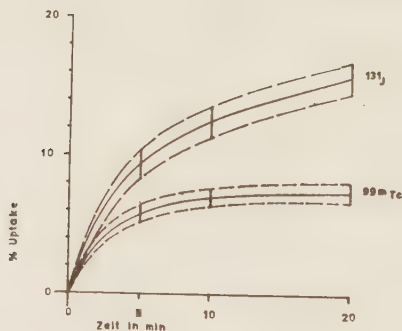


Abb. 84: % ^{131}J - und % ^{99m}Tc - Aufnahme der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Zum Zeitpunkt 10 min p.i. ist bereits 93 % des ^{99m}Tc - bezogen auf die Gesamtaufnahme innerhalb der Untersuchungszeit von 20 min - in der Schilddrüse. Im Mittel erfolgt also nur noch eine minimale Steigerung in den letzten 10 Untersuchungsminuten.

Im Mittel ist die ^{99m}Tc -Speicherung bereits nach 5 min um 38 % niedriger als die ^{131}J -Speicherung. Diese Differenz erhöht sich nach 20 min auf 53 %. ^{131}J wird stetig angereichert. In keinem Fall wird während 20 min ein Abfall registriert, nach 10 min sind 84 % aufgenommen. Die Signifikanzprüfung ergab einen hochsignifikanten Unterschied ($p = < 0,005$) zwischen der % ^{131}J - und % ^{99m}Tc -Aufnahme zu allen Zeiten p.i. Die Clearance des ^{99m}Tc erweist sich nach 5, 10 und 20 min als inkonstant (Abbildung 85).

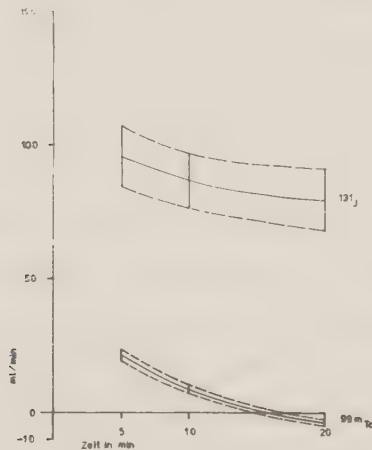


Abb. 85: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J -und ^{99m}Tc -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen (N=12/18).

Nach 5 min wurde stets der höchste Wert gemessen. Er beträgt für ^{99m}Tc im Mittel 21,98 ml/min und fällt nach 20 min auf 0 bzw. sogar auf negative Werte ab, d.h. es verließ mehr ^{99m}Tc die Schilddrüse als aufgenommen wurde.

Bei der ^{131}J -Clearance haben wir innerhalb der ersten 10 min konstante Werte gemessen, doch sank die ^{131}J -Clearance nach 10 min im Mittel um 17 %, bezogen auf den 5 min Ausgangswert. 5, 10 und 20 min p.i. liegen die Clearanceraten zwischen ^{131}J und ^{99m}Tc auf dem 0,1 %-Niveau der Signifikanz ($p = 0,001$).

4.3.2. Hyperthyreosen

Die Hyperthyreosen zeigen von allen untersuchten Funktionszuständen die höchsten Speicherungswerte nach 5, 10 und 20 min - dies gilt für das ^{99m}Tc wie für das ^{131}J .

Die Schilddrüse ist mit einer ^{99m}Tc -Aufnahme von 99 % der insgesamt gemessenen Aufnahme über 20 min praktisch schon nach 10 min "abgesättigt". In 5 von 9 Fällen (56 %) sinkt die ^{99m}Tc - Uptake nach 10 min wieder ab.

Hingegen wird ^{131}J stetig angereichert. In keinem Fall wird während 20 min ein Abfall der ^{131}J - Speicherkurve registriert. Die Abbildung 86 macht deutlich, daß die Aufnahme von ^{99m}Tc und ^{131}J in den ersten 5 min praktisch gleich hoch ist - eine Signifikanz zwischen beiden Gruppen ergibt sich nicht ($p = > 0,1$), auch nicht nach 10 und 20 min ($p = > 0,05$).

Weder euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen noch Adenome haben einen solch starken Clearanceabfall innerhalb von 20 min wie die Hyperthyreosen.

Einem Mittelwert von 127,47 ml/min folgt ein Abfall um 68 % nach 10 min. Nach 20 min haben wir einen Mittelwert von - 34,76 ml/min errechnet, eine nicht mehr verwertbare Clearancerate.

Es gibt übrigens nur in einem Falle ein Absinken der Clearance auf 0, alle anderen fallen auf hochnegative Raten zurück.

Die ^{131}J -Clearance zeigt in 3 von 4 Fällen einen geringen Anstieg bei einem im Mittel minimalen Abfall von - 6,78 ml/min.

Die Clearancerate des ^{131}J bleibt also in den ersten 10 min relativ konstant. Sie fällt nach 10 min um gerade 14 % ab (Abbildung 87).

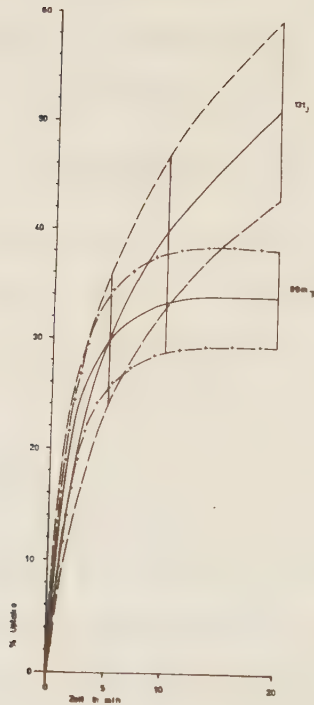


Abb. 86: % ^{131}J - und % $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - Aufnahme der Hyperthyreosen nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

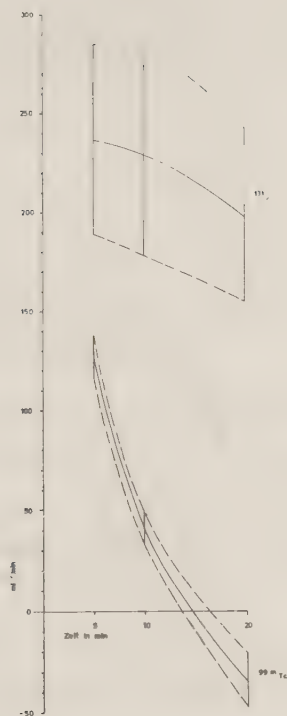


Abb. 87: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}I - und $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei Hyperthyreosen ($N=4/7$)

4.3.3. Adenome

Ähnlich der hyperthyreoten ^{99m}Tc - Aufnahme verhält sich die ^{99m}Tc - Uptake bei Adenomen. Denn bei allen Adenomen haben wir eine - im Mittel - 99 %ige "Sättigung" nach 10 min - bezogen auf die insgesamt gemessene Aufnahme über 20 min - , d.h. der Aufnahmevorgang ist auch hier im wesentlichen nach 10 min abgeschlossen, im Mittel erfolgt so gut wie keine Aufnahme mehr, die Uptakekurve verläuft in den letzten 10 Untersuchungsminuten flach (Abbildung 88).

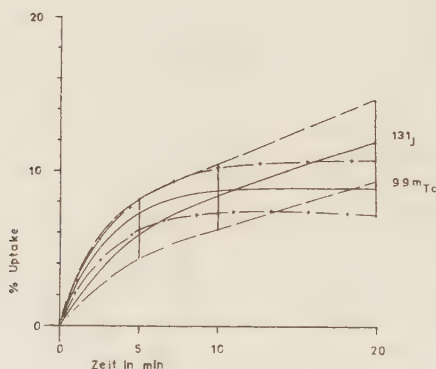


Abb. 88: % ^{131}J - und % ^{99m}Tc - Aufnahme der Adenome nach 5, 10 und 20 min ($\bar{x} \pm \text{SEM}$)

Die Uptakeraten des ^{131}J liegen recht niedrig, in den ersten 10 min im Mittel noch unter denen der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen.

Bei einer "Sättigung" von 68 % nach 10 min sehen wir einen weiteren Anstieg.

Die ^{99m}Tc -Speicherung ist nach 5 min um 20 % höher und nach 20 min um 27 % niedriger als die ^{131}J -Speicherung.

Die Clearance des ^{99m}Tc erweist sich wieder nach 5, 10 und 20 min als inkonstant. Der nach 5 min gemessene höchst Wert betrug für dekompenzierte Adenome im Mittel 42,14 ml/min, nach 10 min haben bereits 44 % die Schilddrüse wieder verlassen, und nach 20 min hat mehr ^{99m}Tc die Schilddrüse verlassen, als aufgenommen wurde.

Der Abfall der ^{131}J -Clearance um 21 % zwischen 5 und 10 min und um nochmals 10 % nach weiteren 10 min läßt kein annähernd gleiches Clearanceniveau über 20 min erkennen (Abbildung 89).

Während wir bei dem Aufnahmevergleich zwischen ^{131}J und ^{99m}Tc keinen signifikanten Unterschied feststellen konnten ($p = > 0,1$), gab es bei dem Vergleich der Clearance beider Gruppen einen hochsignifikanten Unterschied ($p = 0,001$).

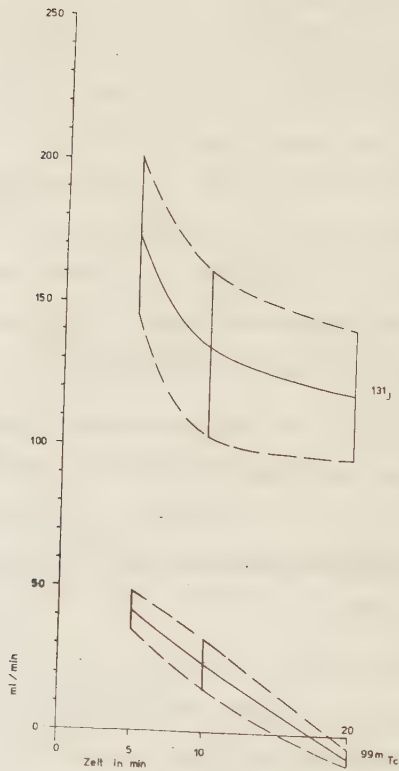


Abb. 89: Mittelwerte ($\bar{x} \pm \text{SEM}$) der ^{131}J - und $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Clearance nach 5, 10 und 20 min bei Adenomen ($N=5/7$)

5. Diskussion

5.1. Allgemeines

Obwohl die in der Literatur mitgeteilten Ergebnisse über die Clearancemessungen erfolgversprechend waren, ist die Bestimmung der Schilddrüsenclearance bisher nur an wenigen Stellen praktiziert worden. Hierfür dürfte die weitgehende Gewöhnung an dem normalen Zweiphasentest ein wesentlicher Grund sein. Der meßtechnische Aufwand bei der Clearancemessung ist in etwa der gleiche wie bei dem Zweiphasentest. Für die Clearancemessung spricht bei unseren Untersuchungen der relativ geringe Zeitaufwand. Gegen die alleinige Clearancemessung kann man aber einwenden, daß sie - genau wie die Speicherungsmessung - nicht die eigentlich interessierende Größe erfaßt.

Zwei Gründe lassen aber die Uptake- und Clearancemessung über 20 min als wesentlich erscheinen:

1. eine kontinuierliche Messung ist meßtechnisch genauer als Einzelmessungen, die wir vom Radiojodzweiphasentest kennen.
2. die eigentlich interessierende biologisch relevante Größe im Jodstoffwechsel ist die absolute Jodaufnahme (AIU). Um diese bestimmen zu können, müssen wir aber indirekt die Jodkonzentration im Plasma (PII = Plasma inorganic iodine) aus der Urinkonzentration nach der Isotopenverdünnungsmethode bestimmen und weiterhin die Clearance nach der Gleichung $AIU = Cl \times PII$. Aus der Formel geht hervor, daß bei konstanter absoluter Jodaufnahme die ^{131}J -Akkumulation umso höher ist, je tiefer die Plasmajodidkonzentration.

Peroral oder intravenös zugeführtes radioaktives Jodid verteilt sich relativ rasch im anorganischen Jodraum

des Organismus. Nach homogener Durchmischung von markiertem (J^*) und kaltem Jodid (J^-) im extrathyreoidalen Raum ist jedes von der Schilddrüse aufgenommenen radioaktive Jodidatom von immer derselben Menge kalter Jodidatome begleitet. Da das radioaktive Jodid wegen seiner Gammastrahlungen wohl leicht zu messen ist, chemisch jedoch im Verhältnis zum Jodpool des Organismus eine so verschwindend kleine Jodmenge darstellt, daß das Jodgleichgewicht nicht verändert wird, kann aus dem Prozentsatz der pro Zeiteinheit in die Schilddrüse aufgenommenen Radiojoddosis auf die absolute Jodaufnahme (AIU) geschlossen werden (99). Die Radiojodaufnahme und-clearance sind wichtige Parameter für die Beurteilung der Schilddrüsenfunktion. Eine sinnvolle Auswertung der Resultate ist nur bei Kenntnis des durch die obige Gleichung definierten Zusammenhangs zwischen absoluter Jodaufnahme, Radiojodaufnahme / -clearance und Serumjodidspiegel möglich (107).

5.2. Methodik

Die prinzipiell gleiche Methode - wie in dieser Arbeit beschrieben - wurde von BUSEMANN SOKOLE (16) angewandt. Bei der Kalibrierung wurde eine im Gegensatz zu BUSEMANN SOKOLE veränderte Durchführung mit einer anderen Meßgeometrie verwendet. Statt dem von dem zitierten Autor angewendeten Hals-Kollimator-Abstand von 10 cm glaubten wir mit einem Hals-Kollimator-Abstand von 5 cm möglichst wenig perithyreoidales Gewebe, d.h. Untergrundstrahlung, zu erfassen. Natürlich liegen Gewebsschichten über und unter dem zu unterscheidenden Organ im "Sichtbereich" des Kollimators. Außerdem liegt bei der Inkorporation einer radioaktiven

Substanz selbst im günstigsten Falle keine 100 %ig selektive Anreicherung des Radioisotops in einem bestimmten Organ vor. Nachbarorgane, umgebendes Gewebe und das Blut enthalten ebenfalls Radioaktivität, was je nach Ausblendung mehr oder minder stark zum Meßergebnis beitragen kann (26). So teilt z.B. die Schilddrüse die Eigenschaft, Jodid bis auf ein Vielfaches der Serumkonzentration zu akkumulieren, mit vielen anderen Geweben des Organismus, wie etwa mit der Speicheldrüse.

Nach BANSI (7) waren die Magenwand und der Mageninhalt am reichsten ^{131}J -haltig - dies nach intravenöser Applikation. Aber weitaus die höchste Konzentration fand man in der Schilddrüse, in den anderen Organen dagegen ver-schwindend wenig.

Die Tabelle 24 gibt die ^{131}J -Konzentration in Prozent der jeweiligen Schilddrüsenjodspeicherung an (nach 7).

Tab. 24: ^{131}J -Organkonzentration in % der jeweiligen Schilddrüsenjodspeicherung

Lunge	0,05 - 1,2 %
Nieren	0,04 - 0,9 %
Hypophyse	0 - 0,9 %
Knochenmark	0,07 - 2,8 %
Leber	0,024 - 0,58 %
Gonaden	0,025 - 0,19 %
Nebennieren	0,03 - 0,12 %
Pankreas	0,1 - 2,0 %

Wie wir gesehen haben, wird die extrathyreoidale Aktivität im wesentlichen durch 3 Faktoren beeinflusst.

1. Die Einstellung von "regions of interest", was etwa dem Prinzip von BUSEMANN SOKOLE (16) entspricht,
2. der geringe Abstand Hals-Kollimator und

3. die während der Untersuchung erfolgende Untergrundsubtraktion mit Hilfe des Differenzschreibers gewährleisten eine weitgehende Ausschaltung extrathyreoidaler "Streueffekte". Wir erhalten eine reine Schilddrüsen-Zeitaktivitätskurve.

5.3. Ergebnisse

5.3.1. ^{99m}Tc - Uptake

Zwischen euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blanden Strumen besteht statistisch kein signifikanter Unterschied. ^{99m}Tc - Uptake kann hier lediglich als Parameter gelten, der zusätzlich zu klinisch anamnestischen Daten zur richtigen Diagnose führen kann. Dies wird durch Untersuchungen von BUSEMANN SOKOLE, VAN'T HOFF, DEGROSSI und anderen bestätigt (16, 19, 105).

Auch das FBJ, das T_3 und der 6 h-Wert des Zweiphasentestes geben keine eindeutige Differenz wieder, da das FBJ und das T_3 in fast allen Untersuchungen im Normbereich liegen, der Radiojodzweiphasentest nach 6 h im Mittel für euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung 32,19 % und für blande Strumen 37,67 % angibt. Vergleicht man einmal die Uptake-rate von ^{99m}Tc i.v. 5 min p.i. mit den 6 h - Aufnahmewerten des oralen Zweiphasentestes, so erhalten wir annähernd gleiche Korrelationskoeffizienten r : 0,74 bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung und 0,72 bei blanden Strumen. DEGROSSI und Mitarbeiter (19) fanden bei der Korrelation zwischen der ^{99m}Tc - Aufnahme nach 30 min und der ^{131}J -Aufnahme 60 min nach oraler Applikation einen günstigeren Korrelationskoeffizienten von 0,91.

Klar von den vorher genannten Funktionszuständen abgrenzbar sind die Hyperthyreosen. Dies deckt sich mit den Befunden von BUSEMANN SOKOLE und Mitarbeitern (16), wie die Uptakekurven dieser Arbeit zeigen. Damit wurden unsere Aufnahmekurven verglichen (Abbildung 90).

Es besteht ein eindeutig signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und der der Hyperthyreosen. Auch andere Autoren haben gut abgrenzbare Werte erhalten. Allerdings liegen die von diesen Autoren gefundenen Aufnahmewerte zum Teil erheblich unter den von uns bei Hyperthyreosen ermittelten Uptakeraten, mit Ausnahme von DEGROSSI und Mitarbeitern (19), aus dessen drei in der Arbeit angegebenen Werten wir einen Mittelwert von 34,2 % errechneten, also etwa gleich unserem Wert.

Die Tabelle 25 stellt die von den einzelnen Autoren berechneten Mittelwerte gegenüber.

Nach LANGE (71) ist eine Steigerung der ^{99m}Tc - Aufnahme in der Schilddrüse durch eine Vermehrung der ^{99m}Tc - bindenden Rezeptoren bedingt, während der Elementarprozess der Absorption, d.h. die Festigkeit der Bindung zwischen Rezeptor und ^{99m}Tc -Molekül nicht verändert wird.

Dies könnte den gegenüber anderen Funktionszuständen erheblich schnelleren Einstrom von ^{99m}Tc in die hyperthyreote Schilddrüse bewirken und damit auch eine schnellere "Absättigung". Der Uptakebereich bei den Adenomen liegt zwischen 4,91 und 9,71 % nach 5 min und nach 10 min zwischen 6 und 14,3 %, es kommt hier zu Überlappungen mit den Bereichen der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung und den blanden Strumen (Abbildung 47), es besteht keine

Signifikanz zwischen den Adenomen und den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen. Eine recht klare Diagnose "Adenom" ist wohl bisher nur mit einem Szintigramm mit nachfolgender Schilddrüsenhormon- oder TSH-Belastung (102) möglich, was ja auch bei uns die Grundlage für die Diagnose "Adenom" bildete.

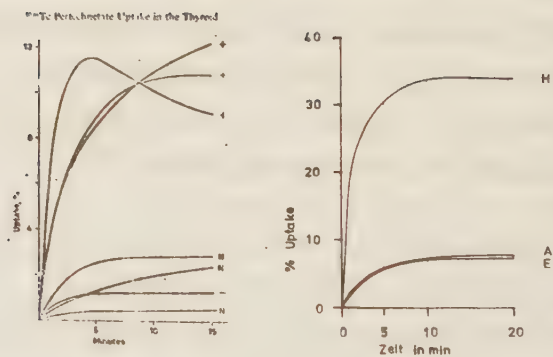


Abb. 90: Vergleich der ^{99m}Tc -Uptake, links Uptakekurven von BUSEMANN SOKOLE (16), rechts eigene. Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen E, Adenome A, Hyperthyreosen +/H, Hypothyreosen -.

Tab. 25: Ergebnisse der % ^{99m}Tc - Aufnahme bei Euthyreosen und Hyperthyreosen aus der vorliegenden und anderen Untersuchungen mit 2 verschiedenen Aufnahmesystemen, Scanner und Szintillationskamera

<u>Scanner:</u>	Euthyreosen ($\bar{x} \pm s$)	Hyperthyreosen ($\bar{x} \pm s$)	Uptake (min)
ATKINS (5)	1,73 $\pm$ 0,83 (N=380)	9,33 $\pm$ 6,24 (N=44)	30
DE GARETTA u. Mitarb. (31)	1,62 $\pm$ 0,72 (N=18)	11,7 $\pm$ 3,39 (N=10)	20
DEGROSSI u. Mitarb. (19)	4,2 (N=5)	34,2 (N=3)	30
SHIMMINS u. Mitarb. (94)	3,7 $\pm$ 0,56 (N=9)	19 $\pm$ 2,35 (N=13)	20
VAN'T HOFF u. Mitarb. (105)	1,8 $\pm$ 1,1 (N=31)	17,7 $\pm$ 4,1 (N=54)	20

Szintillationskamera:

BUSEMANN SOKOLE u. Mitarb. (16)	1,77 $\pm$ 0,69 (N=24)	9,68 $\pm$ 3,42 (N=13)	15
HIGGINS u. Mitarb. (54)	0,96 $\pm$ 0,52 (N=91)	11,5 $\pm$ 7,8 (N=46)	20
Eigene Untersuchung	6,46 $\pm$ 1,29 (N=12) *	33,51 $\pm$ 4,52 (N=9) *	10

Die Aufnahmekinetik von ^{99m}Tc wurde bei insgesamt 53 Patienten untersucht. 17 Uptakekurven (=32 %) zeigten nach 10 min einen Abfall, 6 (=11 %) zeigten weder Anstieg noch Abfall. Berücksichtigt man, daß in allen Funktionszuständen der Aufnahmevergange bereits nach 10 min mit über 90 % der 20 min-Uptake rate fast abgeschlossen ist, so scheint es angeraten, für die Beurteilung der Aufnahmekinetik mit Isotop ^{99m}Tc lediglich die ersten 10 min heranzuziehen.

Nach SOKOLE (16) ist die 15 min- ^{99m}Tc -Uptake ein guter Parameter der Schilddrüsenfunktion, speziell zur Unterscheidung von Euthyreosen und Hyperthyreosen.

Nach unseren Erfahrungen lassen sich nur durch frühzeitige Messungen 5 - 10 min p.i. ausschließlich diese beiden Funktionszustände mit dem ^{99m}Tc -Uptakeverfahren erfassen, soweit nicht anamnestisch und palpatorisch ein Verdacht auf eine Struma oder Adenom, die ja beide mit ihren ^{99m}Tc -Uptakewerten im "normal range" liegen, besteht.

5.3.2. ^{99m}Tc -Clearance

Die ^{99m}Tc -Clearance unterscheidet sich bei allen Funktionszuständen jeweils 5, 10 und 20 min p.i. erheblich.

Wie wir gesehen haben, erfolgt in den ersten 5 min ein schneller Einstrom in die Schilddrüse. Zu diesem Zeitpunkt haben wir signifikante Unterschiede zwischen allen 3 Gruppen, 20 min p.i. ist keine Signifikanz mehr nachweisbar. Bereits nach 5 min fällt die Clearance deutlich ab, am stärksten bei Hyperthyreosen, bei denen im Mittel 10 min p.i. nur noch 32 % des Ausgangswertes gemessen wurden, bei den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen waren dies 41 % und bei den Adenomen 58 %. Verfolgt man den Clearanceabfall bis zu 20 min p.i., dann sehen wir, daß von insgesamt 32 untersuchten Patienten 20 (= 62,5 %) negative Clearancewerte aufwiesen, bei 7 Patienten (=22 %) ist die Clearance auf 0 abgefallen und lediglich bei 5 Patienten (= 15,5 %) haben wir positive Clearanceraten.

Eine Erklärung für die innerhalb der Untersuchungszeit abfallenden ^{99m}Tc -Clearance wäre mit der von SHIMMINS (94) postulierten unidirektionalen Clearance gegeben.

SHIMMINS geht dabei von einem "2-compartment model" aus, bei dem vorausgesetzt wird, daß kein ^{99m}Tc organisch in der Schilddrüse gebunden wird, was mehrere Autoren bestätigt haben. Das vom Plasma "befreite" ^{99m}Tc verläßt also nach kurzer Zeit wieder die Schilddrüse und wird dann im wesentlichen über Niere und Darm ausgeschieden.

Nach LANGE (71) gibt es ^{99m}Tc -bindende Rezeptoren in der Schilddrüse, die ^{99m}Tc aus dem Blut "einfangen" und in

der Zelle anreichern. Dies ist vergleichbar mit dem Jodeinfangmechanismus der Schilddrüse (jodide trap).

Die Jodidaufnahme in der Schilddrüse wird durch Perchlorat kompetitiv gehemmt. Ebenso wird durch eine ClO_4 - Medikation die TcO_4 - Aufnahme (Pertechnetat-A.) in der Schilddrüse blockiert, und bereits aufgenommenes TcO_4 kann durch ClO_4 aus der Schilddrüse verdrängt werden. Dies wird auf die konkurrierende Bindung der beiden Substanzen zurückgeführt, d.h. ClO_4 vermindert die Zahl der für die TcO_4 - Bindung zur Verfügung stehenden Rezeptoren.

SHIMMINS (94) u.a. haben die unidirektionale Clearance der Schilddrüse für $^{99\text{m}}\text{Tc}$ bestimmt und fanden einen Mittelwert bei Euthyreosen von $38,8 \pm 7,9$ ml/min ($\pm$ SEM). Dieser Wert liegt um 28 % über dem von uns gefundenen von $26,35 \pm 2,53$ ml/min ($\pm$ SEM) nach 5 min. Die Clearancerate der Hyperthyreosen liegt bei SHIMMINS mit $287 \pm 62,8$ ml/min um 56 % höher als unsere Clearance ($127,47 \pm 10,45$ ml/min).

Bei einer hyperthyreoten Stoffwechsellage wird die ohnehin geringe Bindung an die $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Rezeptoren der Schilddrüse sehr schnell gelöst und es verläßt schließlich mehr $^{99\text{m}}\text{Tc}$ die Schilddrüse als aufgenommen wurde (50).

5.3.3. ^{131}J -Uptake

Es erfolgt ein schneller Einstrom in die Schilddrüse in den ersten 5 min, das Organ ist aber keineswegs schon so stark "abgesättigt" wie durch $^{99\text{m}}\text{Tc}$. Bei den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung deckt sich unser 5 min-Bereich zwischen 3,24 und 11,62 % (N=5) gut mit dem von KRISS (67) erhaltenen Bereich zwischen 4 und 11 % (N=19) nach ebenfalls 5 min. Während sich jedoch bei KRISS der Bereich im Verlauf der nächsten Untersuchungsminuten kaum ändert, ermittelten wir einen Anstieg des "normal range" auf 6,68 bis 19,43 % 20 min p.i.

Berücksichtigt man allerdings nur die Mittelwerte, so decken sich unsere Ergebnisse mit denen von KRISS.

VANDERLAAN (103, 104) fand den unseren etwa entsprechende Mittelwerte von 6,3 % nach 5 min und 7,2 % nach 10 min (N=46). Andere Autoren (15, 54) untersuchten ebenfalls das Aufnahmeverhalten von ^{131}J in den ersten min nach intravenöser Applikation. Dabei wich HIGGINS (54) mit einem 10 min-Uptake von 0,87 % im Mittel vollkommen von den Ergebnissen der anderen hier erwähnten Autoren ab. Die Untersuchungen BÖRNERs (15) über die 20 min-Speicherung von ^{132}J und ^{131}J ergaben einen 20 min-Mittelwert von 13,3 %. Diese Speicherung liegt auf dem Niveau unserer Uptakeraten bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung. DEGROSSI und Mitarbeiter (19) ermittelten eine Stunde nach oraler Verabreichung des ^{131}J eine 7,6 %-Speicherung unter den euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung und eine 12 %-Speicherung unter den blanden Strumen.

Die 5, 10 und 20 min Mittelwerte der Adenome fallen praktisch alle in den Normalbereich (Abbildung 81), während als einzige Hyperthyreosen deutlich abgrenzbar sind.

Vergleicht man die %-Aufnahmewerte der Hyperthyreosen mit denen anderer Autoren, dann beschreibt z.B. KRISS in einer Gruppe von 5 Hyperthyreosen Werte zwischen 35 und 45 % nach 15 min, BÖRNER (15) 56,1 % nach 20 min, während HIGGINS (54) mit 19,6 % bzw. 24,7 % relativ niedrig lag, aber doch wie alle erwähnten Autoren eine gute Abgrenzung zu Euthyreosen erhielt. Bei einem Verdacht auf Überfunktion liegen bei BÖRNER die praktisch verwendeten Bereichsgrenzen für den 20 min-Speicherwert der Schilddrüse über 30 %.

Daß die Uptakeraten von ^{131}J bei den meisten unbehandelten Hyperthyreosen abnorm hoch waren, wußten schon Autoren in den 40er Jahren zu berichten (4, 41, 53).

Zur Sicherung der Diagnose "Hyperthyreose" genügt gewöhnlich der 20 min-Speicherwert allein nicht. Ein ^{131}J -Zweiphasenstudium oder ein weiterer Kurztest nach Trijodthyroninbelastung wäre zur Abgrenzung gegen eine hypophysär kompensierte Hyperplasie zu empfehlen.

5.3.4. ^{131}J -Clearance

Die ^{131}J -Clearance erweist sich bei Hyperthyreosen innerhalb der ersten 10 min als relativ konstant, fällt dann aber zwischen 10 und 20 min um 24 % bei Hyperthyreosen ab. Bei euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen sinkt die Clearance von 5 zu 10 min p.i. um 10 % und dann um weitere 8 % ab.

Die am stärksten inkonstante Clearance wiesen die dekom-pensierten Adenome auf - die Clearance fällt innerhalb 15 min um über 50 ml/min ab.

Diese Tatsache wird allerdings durch die Arbeiten anderer Autoren gestützt. So ermittelten z.B. KOUTRAS und SFONTOURIS (65) bei 7 euthyreoten Probanden Clearancewerte von 20,1 - 148 ml/min zwischen 2 und 20 min, das ergibt einen Mittelwert von 55,2 ml/min. Angaben über einen Clearanceabfall in den ersten 20 min sind uns nicht bekannt, doch geben KOUTRAS und SFONTOURIS (65) eine gegenüber den ersten 20 min um 35 % niedrigere Clearance zwischen 20 min und 2 h an.

Dieser Verlust gleicht dem von uns in den ersten 20 min gefundenen Abfall. Im Übrigen wurden von den Autoren, die eine und mehr Stunden p.i. die Clearance bei Euthyreosen bestimmten, zum Teil erheblich niedrigere Mittelwerte angegeben, als von den Autoren, die wie wir die Clearance innerhalb der ersten 20 min p.i. berechneten.

Die Tabelle 26 gibt hierzu einen Überblick. Man ersieht daraus, daß unsere Mittelwerte relativ gut mit denen anderer Autoren übereinstimmen.

Untersuchungen über die Clearance bei blanden Strumen lagen uns nur von KOUTRAS (64) vor, der 1 - 1 1/2 Stunden nach oraler Gabe die mittlere Clearancerate von 61,6 ml/min fand, wobei ihm mehr Kontrollpersonen zur Verfügung standen als uns. So können wir bei N=7 einen um fast 100 % höheren Mittelwert vorweisen (116,48 ml/min). Geht man davon aus, daß die ^{131}J -Clearance innerhalb eines bestimmten Zeitraumes absinkt, aufgenommenes ^{131}J also die Schilddrüse wieder verläßt, dann könnte unser Wert etwa dem von KOUTRAS entsprechen.

Eindeutig die höchste Clearancerate weisen die Hyperthyreosen auf. Dies spricht für einen hohen intrathyreoidalen Jodumsatz. BERSON fand 30 min p.i. einen Mittelwert von 210,5 ml/min. Hier deutet sich das gleiche Phänomen des Clearanceabfalls an. Denn wir fanden nach 5 min eine um 26 ml/min höhere Clearance, haben dann allerdings nach 20 min "nur" noch einen Wert von 198 ml/min. Der Unterschied erscheint nicht sehr groß.

Tabelle 26

Durchschnittswerte der thyreoidalen Jodidclearance bei Euthyreosen

	<u>2 - 20 min</u>	<u>20 min - 2 h</u>
KOUTRAS u. SFONTOURIS (65)	55,2 (20,1 - 148)	36,1 (13,3 - 120)
BERSON u. Mitarbeiter (12)	35,5 (8,2 - 86,3)	36,2 (12,8 - 123)
GLÖBEL, OBERHAUSEN und BERBERICH (38)		28,31
Eigene Untersuchungen	58,41 (19,25-128)	-
MYANT, POCHIN u. GOLDIE (78)		<u>1 - 4 h i.v. oder oral</u>
BERSON, YALOW, SORRENTINO und ROSWIT (12)		16 (8 - 38)
COENEGRACHT u. FRASER (17)		17,7 (3,7 - 41)
KOUTRAS, ALEXANDER, BUCHANAN, CROOKS und WAYNE (64)	"Probably normal" "Selected normal"	16,1 (3,2 - 58,2) 13,9 (3,2 - 25,1) 23 (6,6 - 38)

5.3.5. Vergleich

Bei allen Schilddrüsenfunktionen erhalten wir gegensinnig laufende, also ansteigende Uptake- und auffallende Clearancekurven (Tabelle 27). Die ^{99m}Tc -Aufnahme der Schilddrüse ist nach 10 min weitestgehend abgeschlossen, im Mittel findet nur noch eine minimale Aufnahme bis zum 20 min-Wert statt. Dagegen ist die ^{131}J -Aufnahme kontinuierlich. Geht man von LANGES Hypothese aus (71) - siehe 5.3.2. -, so darf behauptet werden, daß eine Vermehrung der ^{99m}Tc -bindenden Rezeptoren bei Hyperthyreosen angenommen werden darf. Dies korreliert mit einem erhöhten Jodumsatz, was sich auch in den hohen Clearanceraten beider Substanzen niederschlägt. Bei der vergleichenden Untersuchung nahmen die Adenome eine Sonderstellung ein. Obwohl es sich hier um umschriebene stark Jod speichernde Schilddrüsenhyperplasien handelt, liegen häufig klinisch keine eindeutigen Zeichen einer Überfunktion vor. So sind die Speicherwerte des Zweiphasentestes bei dekompensierten Adenomen normal oder sogar zum Teil etwas erniedrigt. (25)

Wie wir gesehen haben, steht dies in guter Übereinstimmung mit unseren Werten beider geprüften Substanzen.

Daß trotzdem gegenüber euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen eine deutlich erhöhte ^{131}J -Clearance und eine höhere ^{99m}Tc -Clearance nach 5 und 10 min festgestellt wurde, weist auf einen erhöhten Jodumsatz in der Schilddrüse hin, wie er auch bei Hyperthyreosen zu finden ist. Signifikanz weisen nur der 5 min-Wert der ^{131}J -Clearance und der 5 und 10 min-Wert der ^{99m}Tc -Clearance auf.

Tab. 27: Vergleich von Uptake und Clearance für ^{99m}Tc und ^{131}I (Werte abgerundet)

	^{99m}Tc			^{131}I		
	5	10	20 min	5	10	20 min
Euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrö- ßerung mit blinden Strumen	Uptake (%) 6 Clearance (ml/min) 22	7 9	7 -4	9 96	12 86	16 79
Hyperthyreosen	Uptake (%) 30 Clearance (ml/min) 127	33 41	34 -35	30 237	40 230	51 198
Adenome	Uptake (%) 6 Clearance (ml/min) 36	7 21	7 -7	5 155	7 124	11 106

5.4. Schlußfolgerung

Aus dem Vorhergesagten - wie auch aus der Tabelle 27 - ergeben sich praktische Folgerungen für die Klinik. So ist einmal die unidirektionale Technetium-Clearance nur 5 min p.i. bestimmbar, da im weiteren Verlauf der Untersuchung Rückdiffusionsvorgänge das Ergebnis beeinflussen. Da die ^{99m}Tc -Clearance um den Faktor 2 - 3 unter der Radiojodclearance liegt, gibt sie nicht die wahre Jodidclearance wieder, sie kann also nicht als wahre Clearance, sondern höchstens als Clearanceäquivalent angesehen werden. Von den drei untersuchten Funktionszuständen sind lediglich die 5 min p.i. erhaltenen Clearanceäquivalente der ^{99m}Tc -Clearance von euthyreoten Schilddrüsen und Hyperthyreosen eindeutig voneinander abgrenzbar und somit für klinisch-diagnostische Belange gut geeignet.

Aus der begrenzten Verwendbarkeit des $^{99m}\text{Technetium}$ s zur klinischen Beurteilung der Schilddrüsenfunktion ergibt sich, daß bei allen Untersuchungen der Physiologie und Pathophysiologie des Jodstoffwechsels auf ein Radioisotop des Jods zurückgegriffen werden muß.

6. . Strahlenbelastung

Es ist hier noch nach der Strahlenbelastung durch die beiden Isotope ^{99m}Tc und ^{131}J zu fragen, da es auch wesentlicher Zweck der Arbeit sein sollte, die Strahlenexposition des Patienten zu senken.

Grundsätzlich ist festzustellen, daß beim ^{99m}Tc die Größenordnung der Strahlenbelastung der Schilddrüse bedeutend niedriger als beim ^{131}J ist, obwohl ^{99m}Tc eine mehr als zehnfache Dosis erfordert. Ausgehend von einer applizierten Dosis von 2 - 3 mCi ^{99m}Tc können wir eine Strahlenbelastung von 0,4 - 0,6 rad annehmen, bei einer Dosis von 150 μCi ^{131}J dagegen etwa 150 rad (23, 26).

Zwar ist die Strahlenempfindlichkeit der Schilddrüse wie bei allen endokrinen Drüsen niedrig, doch sind Dosen von 150 rad nicht gerade ungefährlich, zumal nach EMRICH (23) die absorbierten Dosen, für die bis jetzt eine Karzinominduktion wahrscheinlich gemacht wurde, über 100 rad liegen. Man sollte also in Zukunft zu Isotopen greifen, deren Strahlendosis erheblich niedriger liegt, so zum Beispiel ^{132}J , ^{99m}Tc oder ^{125}J , dessen Strahlenbelastung um etwa 50 % gegenüber ^{131}J erniedrigt ist.

Die Brauchbarkeit der genannten Substanzen für Funktions-
teste wurde in verschiedenen Arbeiten festgestellt.
(68, 70, 90, 94).

7. Zusammenfassung

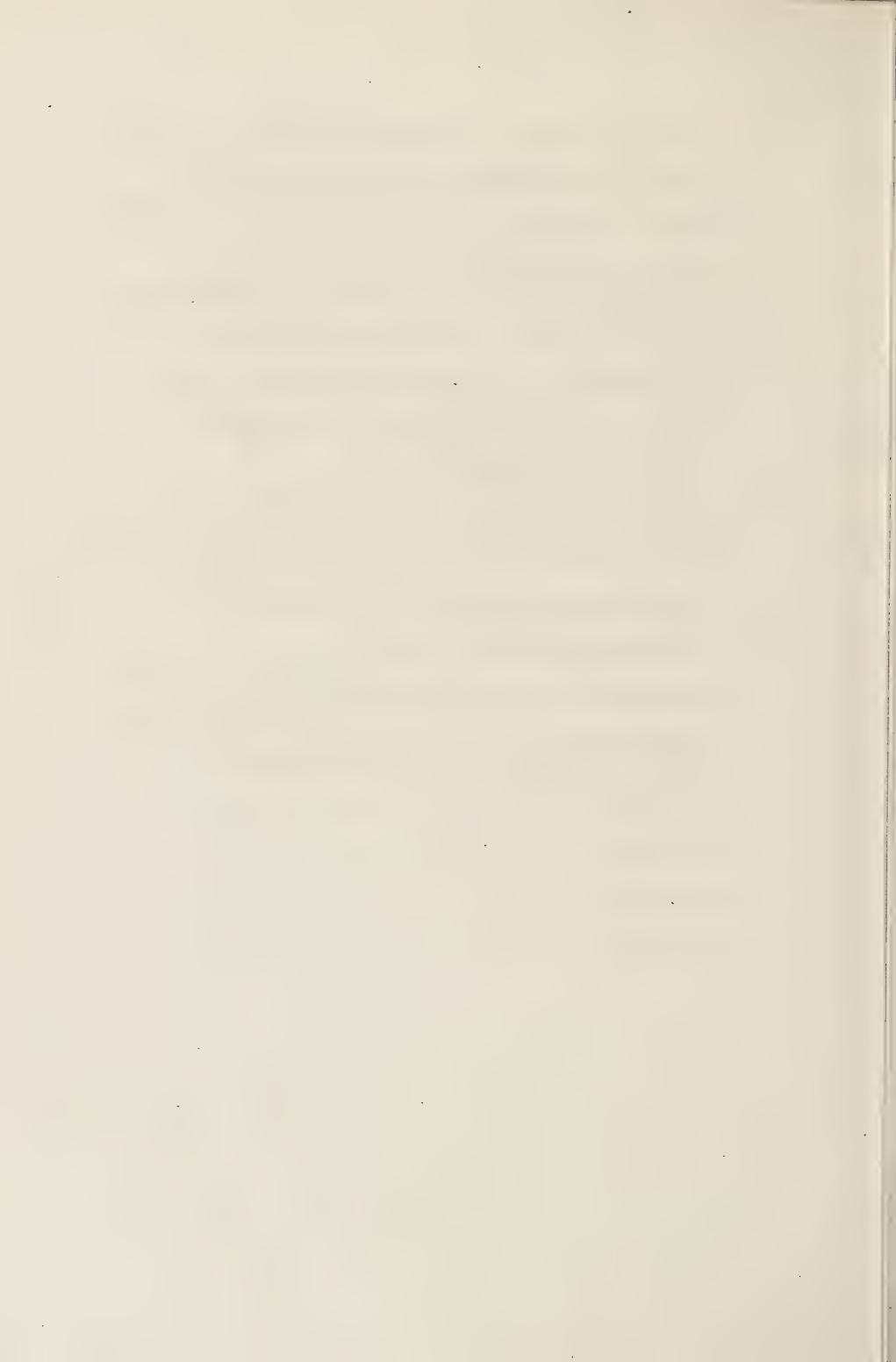
- 1.) Bei insgesamt 57 Patienten wurden die Schilddrüsenaufnahme und -clearance für ^{99m}Tc und ^{131}J durch kontinuierliche Registrierung verglichen.
- 2.) Der meßtechnische Aufwand bei der Clearance-messung ist in etwa der gleiche wie bei dem Zweiphasentest. Für die Clearancemessung spricht der relativ geringe Zeitaufwand. Wir benötigten für die gesamte Untersuchung einschließlich der Vorbereitungen ungefähr eine Stunde, sodaß die Patienten zu einer einmaligen ambulanten Untersuchung einbestellt werden konnten.
- 3.) Die Untersuchungsdauer betrug jeweils 20 min bei ^{99m}Tc und ^{131}J , nach 5, 10 und 20 min wurde venöses Blut entnommen. Der Abstand Schilddrüse - Kollimator wurde mit einer Schablone konstant gehalten.
- 4.) Für die Uptake- und Clearancemessung über 20 min gilt:
 - a) eine kontinuierliche Messung ist meßtechnisch genauer als Einzelmessungen
 - b) die biologisch relevante Größe im Jodstoffwechsel ist die absolute Jodaufnahme (AIU). Zur Berechnung der AIU benötigen wir aber die Clearance nach der Gleichung $\text{AIU} = \text{Cl} \times \text{PII}$.

- 5.) Die Clearance bestimmten wir nach der Methode von GLÖBEL und OBERHAUSEN.
- 6.) Die Impulse der Testlösung (A) und des Leerwertes (B) wurden nach einer Kalibrierung bestimmt.
- 7.) Aus dem Quotienten von Impulsrate Schilddrüse $\times 100$ und der Impulsrate gesamt errechnete sich die Speicherung.
- 8.) Die Strahlenbelastung der Schilddrüse ist bei einer Dosis von $150 \mu\text{Ci } ^{131}\text{J}$ mit ca. 150 rad zweifellos hoch. Hingegen kann $^{99\text{m}}\text{Tc}$ in einer Dosis von 2 - 3 mCi unbedenklich gegeben werden, denn wir haben hier eine Strahlenbelastung von lediglich 0,4 - 0,6 rad.
- 9.) Bei den vergleichenden Untersuchungen sehen wir, daß die Aufnahme von $^{99\text{m}}\text{Tc}$ bei allen Funktionszuständen im Wesentlichen nach 10 min abgeschlossen ist. Eine Szintigraphie der Schilddrüse nach Injektion von $^{99\text{m}}\text{Tc}$ sollte daher innerhalb von 10 min p.i. begonnen werden. Mit der Aufnahme und der Clearance des $^{99\text{m}}\text{Tc}$ lassen sich euthyreote Schilddrüsen ohne Vergrößerung und blande Strumen nicht abgrenzen, es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen, daher wurden sie zu einer Gruppe zusammengefaßt. Auch die $^{99\text{m}}\text{Tc}$ - Aufnahmewerte der Adenome überlappen sich mit denen der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden

Strumen, jedoch besteht bei der ^{99m}Tc - Clearance 5 min p.i. ein signifikanter Unterschied.

- 10.) ^{131}J wird innerhalb der Untersuchungszeit von 20 min kontinuierlich von der Schilddrüse aufgenommen. Am deutlichsten zeigen dies die Hyperthyreosen, deren Werte sich - wie beim ^{99m}Tc - statistisch signifikant gegen die Werte der euthyreoten Schilddrüsen ohne Vergrößerung mit blanden Strumen und Adenome abgrenzen lassen.
- Die ^{131}J - Clearance erweist sich in den ersten 10 min als relativ konstant. Lediglich bei Adenomen zeigt die Clearance einen größeren Abfall zum 10 min - Wert hin. Bei allen Funktionszuständen sehen wir einen Rückgang der Clearancerate zwischen 10 und 20 min. Es läßt sich mit der ^{131}J - Clearance eine bessere Abgrenzung aller Funktionszustände als mit der ^{99m}Tc - Clearance erreichen.

- 11.) - Die undirektionale Technetium-Clearance ist nur 5 min p.i. bestimmbar, da im weiteren Verlauf Rückdiffusionsvorgänge das Ergebnis beeinflussen.
- Die Clearancebestimmung mit ^{99m}Tc gibt nicht die wahre Jodidclearance wieder, sie liegt um den Faktor 2 - 3 unter der Radiojodclearance.
 - Die ^{99m}Tc Clearance kann somit nicht als wahre Clearance sondern höchstens als Clearance-äquivalent angesehen werden.
 - für klinisch diagnostische Belange ist das Clearanceäquivalent der ^{99m}Tc -Clearance nach 5 min zur Trennung euthyreoter und hyperthyreoter Funktionszustände gut geeignet.
 - Für physiologische und pathophysiologische Untersuchungen des Jodstoffwechsels muß auf ein Radioisotop des Jods zurückgegriffen werden.



Literaturverzeichnis

1. AKERMANN, M., R.DI PAOLA AND M.TUBIANA: Estimation of the Absolute Thyroid Uptake of Stable ^{127}J Using a Simplified Method and Comparison of the Results with Two Classic Methods.
J.Clin.Endocr. and Metab. 27 (1967) 1309
2. ALLEN, H.C., R.L. LIBBY, B. CASSEN: The scintillation counter in clinical studies of human Thyroid physiology using ^{131}J .
J.clin.Endocrin. 11 (1951) 492
3. ANDROS, G., P.V. HARPER: Pertechetate- $^{99\text{m}}$ localization in man with application to thyroid scanning and the study of thyroid physiology.
J.clin.Endocr. 25 (1965) 1067
4. ASTWOOD, E.B., and STANLEY, M.M.: Use of radioactive iodine in the study of thyroid function in man.
West.J.Surg. 55 (1947) 625
5. ATKINS, H.L., P.RICHARDS: Assessment of Thyroid Function And Anatomy With Technetium- $^{99\text{m}}$ As Pertechetate.
J.Nucl.Med. 9 (1967) 7
6. H.W.BANSI: Schilddrüsenerkrankungen - moderne Radiojoddiagnostik.
Der Niedergelassene Arzt 11 (1973) 37
7. H.W.BANSI: Schilddrüsendiagnostik mit Radiojod.
In: Künstl. Radioaktive Isotope in Pathologie, Diagnostik und Therapie,
hrsg. von SCHWIEGK, H., F.TURBA. Springer Berlin 1961
8. BAUMANN, E.J., SEARLE, N.Z., YALOW, A.A., SIEGEL, E. And SEIDLIN, S.M.: Behavior of the thyroid toward elements of the seventh periodic group.
Am.J.Physiol. 185 (1956) 71
9. BAY, V.: Das toxische Adenom der Schilddrüse. In: Schilddrüsenhormone und Körperperipherie,
hrsg. von E. KLEIN. Springer, Berlin 1964
10. BEN PORATH, M., A. HOCHMAN AND J. GROSS: A Comparison of Iodine- 125 and Iodide $^{-131}$ as Tracers in the Diagnosis of Thyroid Disease.
J.Physical Aspects of Nucl.Med. 7 (1966) 88
11. BERMAN, M. et al.: Iodine Kinetics in Man- a Model.
J.Clin.Endocr. 28 (1968) 1
12. BERSON, S.A., YALOW, R.S., SORRENTINO, J. and ROSWIT, B: The determination of thyroidal and renal plasma I $^{-131}$ clearance rates as a routine diagnostic test of thyroid dysfunction.
J.Clin.Invest. 31 (1952) 141

13. BERSON, S.A., R.A. YALOW: Jodide trapping and binding function of the thyroid.
J.Clin.Invest. 34 (1955) 186
14. BÖRNER, W.: Diagnostik der Schilddrüsenkrankheiten mit Radionukliden.
Internist.Prax. 7 (1967) 113
15. BÖRNER, W.: Ein neuer Radiojodkurztest zur Schilddrüsenfunktionsprüfung mit gleichzeitiger Beurteilung der peripheren Hormonjodversorgung.
Klin.Wschr. 19 (1961) 990
16. BUSEMANN SOKOLE, E., J.B. VAN DER SCHOOT and C.ALBERTS: ^{99m}Tc Pertechnetate Uptake in the Thyroid Measured with a Scintillation Camera. A Parameter of Function.
Radiol.Clin.Biol. 44 (1975) 35
17. COENEGRACHT, J. and FRASER, R.: Measurement of the early thyroid clearance radioiodine as a clinical test.
J.Endocrin. 12 (1955) 185
18. CRISPELL, K.R., PARSON, W. and SPRINKLE, P.: A simplified technique for the diagnosis of hyperthyroidism, utilizing the one-hour uptake of orally administered I 131 .
J.Clin.End. and Metab. 13 (1953) 221
19. DEGROSSI, O., GOTTA, H., OLIVARI, A., PECORINI, V. AND CHWOJNIK, A.: Possibilities of using $\text{Tc } ^{99m}$ in place of radioiodine in thyroid function studies.
Nuclear Med. 4 (1965) 383
20. Diagnose und Therapie in der Praxis.
hrsg. von HUHNSTOCK, K., und B. KUTSCHA.
Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York 1974
21. DOCUMENTA GEIGY: Wissenschaftliche Tabellen, 7.Auflage
hrsg. von J.R. GEIGY A.G., PHARMA, Basel 1969
22. ELDRIDGE, I.S. AND CROWTHER, P.: Absolute determination of I-125 in clinical applications.
Nucleonics 22. 6 (1964) 56
23. EMRICH, D.: Nuklearmedizin, Funktionsdiagnostik.
Thieme, Stuttgart 1971
24. FEINBERG, W.D., HOFFMANN, D.L. and C.A. OWEN jr.: The Effects of Varying Amounts of Stable Jodide on the Function of the Human Thyroid.
Clin.Endocr. and Metab. 19 (1959) 567
25. FEINE, U.: Das autonome Adenom der Schilddrüse (toxisches Adenom). Therapiewoche 18, I (1968) 735
26. FEINE, U., K. ZUM WINKEL: Nuklearmedizin-Szintigraphische Diagnostik.
Thieme-Verlag, Stuttgart 1969
27. FELLINGER, K., HOFER, R. AND VETTER, H.: Szintigraphie der Schilddrüse mit Jod-125.
Nuclear Medizin, III. 1 (1962) 20

28. FELLINGER - VETTER: Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung.
Urban & Schwarzenberg. München und Berlin 1955
29. D.A. FISHER, T.H. ODDIE and D. EPPERSON: Effect of Increased Dietary Iodide on Thyroid Accumulation and Secretion in Euthyroid Arkansas Subjects.
J.Clin.Endocr. and Metab. 25 (1965) 1580
30. DELBERT A. FISHER and THOMAS H. ODDIE: Thyroid Iodine Content and Turnover in Euthyroid Subjects: Validity of Estimation of Thyroid Iodine Accumulation from Short-Term Clearance Studies.
J.Clin.Endocr. and Metab. 29 (1969) 721
31. A.C. DE GARRETA et al.: Measurements of the Uptake of ^{99m}Tc by the thyroid.
Br.J.Radiol. 41 (1968) 896
32. GAUWERKY, F., F. PETERSEN: Über die normale Jodavidität der Schilddrüse. Erste Jahrestagung der Ges.f. Nuklearmedizin 1963
Schattauer, Stuttgart 1965
33. GEHRING, D., H. BLATTMANN: Schilddrüsenfunktionsdiagnostik im Jodmangelgebiet.
Therapiewoche 22 (1972) 4460
34. D. GEHRING, W.D. GRONKI und G. HOFFMANN: Die Beurteilung der Kinetik beim Radiojodstoffwechselstudium.
Dtsch.med.Wschr. 98 (1973) 1676
35. GEHRING, D., W.D. GRONKI, G. HOFFMANN: Der diagnostische Wert des Radiojodzweiphasentestes im endemischen Kropfgebiet.
Hippokrates 44 (1973) 160
36. GEHRING, D., G. HOFFMANN, P. PFANNENSTIEL: A new index in the ^{131}J -study of thyroid function.
Acta endocr. (Kbh), Suppl. 119 (1967) 216
37. GEHRING, D., H. KEMPE, P. PFANNENSTIEL, G. HOFFMANN: Erfahrungen mit einem neuen Index für den thyreoidalen ^{131}J -Umsatz.
Radiobiol.Radiother. 10 (1969) 87
38. GLÖBEL, B., E. OBERHAUSEN, R. BERBERICH: Funktionsprüfung der Schilddrüse durch Messung der Jodidaufnahme. In: Nuklearmedizin. Neunte Jahrestagung der Gesellschaft für Nuklearmedizin
(Schattauer: Stuttgart - New York, 1973) 170
39. HAAS, J.P., K. SCHMIDT, R.E. WOLF: Erfahrungen mit der Schilddrüsenszintigraphie unter Verwendung von ^{99m}Tc -Pertechnetat.
Fortschr.Röntgenstr. 109 (1968) 222
40. HABERMANN, J., H.G. HEINZE, K. HORN, R. KANTLEHNER, I. MARSCHNER, J. NEUMANN und P.C. SCRIBA:
Alimentärer Jodmangel in der Bundesrepublik Deutschland
Dtsch.med.Wschr. 100 (1975) 1937

41. HAMILTON, J.G. and SOLEY, M.H.: Studies in iodine metabolism of thyroid gland in situ by use of radiolabeled iodine in normal subjects and in patients with various types of goiter.
Am.J.Physiol. 131 (1940) 135
42. HARPER, P.V., G. ANDROS, K. LANTHROP: Preliminary Observations on Six Hours Tc 99m as a Tracer in Biology and Medicine. Presented to the Chicago Clinical Society, April 1962.
43. HARPER, P.V., K.A. LANTHROP, G.M. HINN, G. ANDROS: Technetium 99m as a Scanning agent.
Radiology 85 (1965) 101
44. HARPER, P.V., SIEMENS, W.D., LANTHROP, K.A. AND ENDLICH, M.E.: Production and Use of I-125.
J.Nuclear Med. 4 (1963) 277
45. HECK, L., K. LANTHROP, A. GOTTSCHALK, P.V. HARPER, M. FULTZ: Perchlorate Washout of Pertechnetate from the Thyroid.
J.Nucl.Med. 9 (1968) 323
46. HEINZE, H.G., J. BECKEBANS, K.W. FREY, H.W. PABST, J. RICHTER, K. SCHWARZ und P.C. SCRIBA: Über die Schilddrüsenfunktion der endemischen Struma.
Fortschr. Röntgenstr. 110 (1969) 717
47. HEINZE, H.G., K.W. FREY und J. LEHMANN - BROCKHAUS: Radiojoduntersuchungen der Schilddrüse. Statistische Auswertung von 2021 Radiojod-Speicherungstests im Jodmangelgebiet Südbayern.
Münch.med.Wschr. 110 (1968) 1139
48. HEINZE H.G., K.W. FREY, J. KLEMM: Radiojodspeicherung der euthyreoten Schilddrüse.
Ärztl.Forsch. 22 (1968) 233
49. HEINZE, H.G., K.W. FREY, P.C. SCRIBA: Methoden und Ergebnisse der Schilddrüsenfunktionsdiagnostik im bayrischen Jodmangelgebiet.
Fortschr.Röntgenstr. 108 (1968) 596
50. HEINZE,H.G., H. INGRISCH, K.J. PFEIFFER, E. RAITHEL, J. SOUVATZOGLOU , W. STRATMANN: Vergleich der Aufnahme und Clearance von 99m Tc und 131J durch die Schilddrüse.
NUC.Compact, Juli (1973) 2
51. HEINZE, H.G., C.R. PICKARDT und P.C. SCRIBA: Das autonome Adenom der Schilddrüse.
Dtsch.med.Wschr. 100 (1975) 2223
52. HEINZE, H.G., J. WÖHLER, H. INGRISCH, K.J. PFEIFFER, J. SOUVATZOGLOU , K. HORN und P.C. SCRIBA: TSH-Stimulation mit niedrigen Dosen zur Diagnostik des autonomen Adenoms.
Dtsch.med.Wschr. 99 (1974) 1236

53. HERTZ, S., ROBERTS, A., MEANS, J.H. and EVANS, R.D.: Radioactive iodine as an indicator in thyroid physiology. *Am.J.Physiol.* 128 (1940) 565
54. HIGGINS, H.P.: The ten-minute uptake in I^{131} : a clinical study and comparison with other tests of thyroid function. *J.Clin.End. and Metab.* 19 (1959) 557
55. HORST, W.: Methoden und Ergebnisse des Radiojodstoffwechselstudiums zur Diagnostik thyreoidaler und extrathyreoidaler Erkrankungen. *Klin.Wschr.* 30 (1952) 439
56. HORST, W.: Klinische Radiojoddiagnostik der Schilddrüsenerkrankungen. In: Strahlenbiologie, Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Krebsforschung, hrsg. von SCHINZ, H.R., H. HOLTHUSEN, H. LANGENDORF, B. RAJEWSKY, G. SCHUBERT. Thieme, Stuttgart 1959
57. HORST, W., I. PETERSEN, K.J. THIEMANN, L. ZUKSCHWERDT: Methoden und Ergebnisse der Differentialdiagnostik von Schilddrüsenerkrankungen durch die Szintigraphie und das Radiojod-Dreiphasenstudium. *Dtsch.med.Wschr.* 85 (1960) 711
58. INGRISCH, H., H.G. HEINZE, J.Wöhler, K. HORN, K.J. PFEIFFER und P.C. SCRIBA: Absolute Jodaufnahme autonomer Adenome der Schilddrüse vor und nach exogener TSH-Stimulation. *Dtsch.med.Wschr.* 99 (1974) 1677
59. JAFFE, H.L. and OTTOMAN, R.E.: Evaluation of radioiodine test for thyroid function. *J.A.M.A.* 143 (1950) 515
60. KELLERSHOHN, C. et al.: Détermination de l'iode sanguin par analyse d'activation. *Int.J.appl.Radiat.* 12 (1961) 87
61. KLEIN, E.: Umsatz und Stoffwechsel der Schilddrüsenhormone. In: Schilddrüsenhormone und Körperperipherie. Springer-Verlag, Berlin 1964
62. KLEIN, E.: Die Schilddrüse - Diagnostik und Therapie ihrer Krankheiten. Springer-Verlag, Berlin 1969
63. KOHLER, P.O. AND WYNN, J.: One-hour thyroid uptake of radioactive iodine. *Arch.Int.Med.* 116 (1965) 177
64. KOUTRAS, D.A., ALEXANDER, W.D., W.W. BUCHANAN, J. CROOKS and E.J. WAYNE: Stable Iodine Metabolism in Non-Toxic Goitre. *The Lancet*, October 8 (1960) 784
65. KOUTRAS, D.A. and SFONTOURIS, J.: Comparison of the early thyroidal iodide Clearance with Estimates obtained at later Intervals. *J.Clin.Endocrin.* 35 (1965) 135

66. KOUTRAS, D.A. et al.: Studies of stable iodine metabolism as a guide to the interpretation of radioiodine tests.
Acta endocr. (Kbh) 37 (1961) 597
67. KRISS, J.P.: Uptake of radioactive iodine after intravenous administration of tracer doses.
J.Clin.End. and Metab. 11 (1951) 289
68. KUBA, J., KNOLL, P.: Technetium-^{99m} in der Diagnostik von Schilddrüsenerkrankungen.
Fortschr.Röntgenstr. 105 (1966) 84
69. LANGE, S. und B.K. DAS: Funktionsdiagnostik des "kompensierten toxischen Adenoms" der Schilddrüse mit der Szintillationskamera.
Fortschr.Röntgenstr. 117,1 (1972) 94
70. LANGE, S. B.K. DAS, G. GOLDE: Untersuchungen der thyreoidalen Tc^{99m}-Pertechnetataufnahme mit Szintillationskamera und Datenverarbeitung.
Strahlentherapie 144 (1972) 186
71. LANGE, S., G. GOLDE: Die Kinetik der thyreoidalen ^{99m}Tc O₄ - Anreicherung. Nuklearmedizin XIII (1974) M
72. LARSSON, L. AND JONSSON, L.: Continuous registration of thyroid uptake after intravenous injection of radioactive iodine.
Acta Radiol 43 (1955) 81
73. MEANS, J.H., DE GROOT, L.J. and STANBURY, J.B.: The thyroid and its diseases.
Mc Graw Hill, New York 1963
74. MERCK: Zur Diagnostik und Therapie von Schilddrüsenerkrankheiten.
scripta medica merck/2
75. MERTZ, D.P., B. MEIGEN: Der diagnostische Wert des Zweiphasen-Radiojodtestes in endemischen Kropfgebieten.
Med.Klin. 61 (1966) 411
76. MOSIER, H.D., ARMSTRONG, M.K. AND SCHULTZ, M.A.: Measurement of the early uptake of radioactive iodine by the thyroid gland.
Pediatrics 31 (1963) 426
77. MYANT, N.B. and POCHIN, E.E.: The thyroid clearance rate of plasma iodine as a measure of thyroid activity.
Proc.Roy.Soc.Med. 42 (1949) 959
78. MYANT, N.B., POCHIN, E.E., GOLDIE, E.A.G.: The plasma iodide clearance rate of human thyroid.
Clin.Sci. 8 (1949) 109
79. NUMBERGER, J.: Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Jodid-Serumspiegel, Jodavidität und Größe der Schilddrüse.
Nucl.Med. 2 (1961) 35
80. OBERDISSE, K. und KLEIN, E.: Die Krankheiten der Schilddrüse.
G.Thieme-Verlag, Stuttgart 1967 S.139.

81. ODDIE, T.H. et al.: Diagnostic Limits for Thyroidal Radioiodine Uptake Rates.
J.Clin.Endocr. and Metab. 20 (1960) 389
82. ODDIE, T.H., J.H. MEADE jr. and D.A. FISHER: Dependence of Thyroidal Clearance Rate on Plasma Iodide Level.
J.Clin.Endocr. and Metab. 27 (1967) 722
83. ODDIE, T.H. and D.A. FISHER: Mean Euthyroid 24-Hour Radioiodine Uptake as a Characteristic of Different patient Populations.
J.Clin.Endocr. and Metab. 27 (1967) 11
84. PETERSEN, F. und F. GAUWERKY: Gesichtspunkte zur extrathyreoidalen Jodkinetik. Aus dem Institut für Strahlentherapie und Nuklearmedizin des Allgem. Krankenhauses St.Georg, Hamburg.
85. PICKARDT, C.R., F. ERHARDT, J. GRÜNER, H.G. HEINZE, K. HORN und P.C. SCRIBA: Stimulierbarkeit der TSH-Sekretion durch TRH bei autonomen Adenomen der Schilddrüse.
Dtsch.med.Wschr. 98 (1973) 152
86. REILLY, SCOTT, SEARLE and CASTLE: Iodide Measurements in Various Functional States of the Thyroid.
Metabolism 7 (1957) 699
87. REIN, SCHNEIDER: Einführung in die Physiologie des Menschen.
Springer, Berlin 1973
88. ROCHE, J., MICHEL, R., VOLPERT, E. AND SANZ, B.: Sur la fixation de manganèse et du rhénium radioactifs par la corps thyroïde et les ovocytes de la poule ponderuse.
Compte Rend.Soc.de Biol. 151 (1957) 1098
89. G. SCHOKNECHT: Meßwertverarbeitung beim Radiojodtest.
Fortschr.Röntgenstr. 116/5 (1972) 657
90. SELENKOW, H.A., S. INGBAR: Disease of the Thyroid.
In: Principles of Internal Medicine. Ed.Harrison McGraw Hill Book Company, New York
91. SHELLABARGER, C.J.: Studies on the thyroid accumulation of rhenium in the rat. Endocrinology 58 (1956) 13
92. SHELLABARGER, C.J., DURBIN, P.W., PARROTT, M.W. AND HAMILTON, J.G.: Effects of thyroxine and KSCN on capacity of rat thyroid gland to accumulate astatine²¹¹.
Proc.Soc.Exp.Biol. and Med. 87 (1954) 626
93. SHELLABARGER, C.J. AND GODWIN, J.T.: Studies on the thyroidal uptake of astatine in the rat.
J.Clin.Endocrin. and Metab. 14 (1954) 1149
94. SHIMMINS, J., T. HILDITCH, R. HARDEN, W.ALEXANDER: Thyreoidal Uptake and Turnover of the Pertechnetate Ion in Normal and Hyperthyroid Subjects.
J.Clin.Endocr. 28 (1968) 575

95. SHIPLEY, R.A.: Thyroidal Uptake and Plasma Clearance of ^{131}J and ^{127}J in Cirrhosis of the Liver. *J.Clin.Endocr.* 17 (1957) 1229
96. SISSON, J.C.: Principles of and pitfalls in thyroid function tests. *J.Nucl.Med.* 6 (1965) 853
97. STRAUSS, VOLKWARD E.: Spione im Körper. *Bild der Wissenschaft* 12 (1973) 1452
98. STRÖTGES, M.W.: Beitrag zur Diagnostik des kompensierten toxischen Schilddrüsenadenoms. *Fortschr.Röntgenstr.* 101 (1964) 69
99. STUDER, H.: Schilddrüse. In: *Klinische Pathophysiologie*, hrsg. von W. SIEGENTHALER. Thieme, Stuttgart 1970
100. TOTHILL, P., W. IRVINE: The use of Technetium- $^{99\text{m}}$ for thyroid. Scanning and Thyroid Function Testing. In: *Radioaktive Isotope in Klinik und Forschung*. Vol.7, 29. Urban und Schwarzenberg, München.
101. TRAPP, P.: Nuklearmedizinische Untersuchungen zur Schilddrüsenfunktionsdiagnostik. *Münch.med.Wschr.* 114 (1972) 1217
102. UTHGENANNT, H., J. WEINREICH: Über das toxische Adenom der Schilddrüse. *Med.Klin.* 60 (1965) 704
103. VANDERLAAN, W.P.: The biological significance of the iodide-concentrating mechanism of the thyroid gland. *Brookhaven Symposium in Biology*, No.7, 1945, p.30.
104. VANDERLAAN, W.P.: Accumulation of radioactive iodine. Observations on its early phase in hyperthyroid, euthyroid und hypo thyroid subjects. *N.Eng.J.Med.* 257 (1957) 752
105. W. VAN'T HOFF, G.G. POVER, N.M. EISER: Technetium- $^{99\text{m}}$ in the Diagnosis of Thyrotoxicosis. *British Medical Journal* 4 (1972) 203
106. H.N. WAGNER: Use of Neutron Activation Analysis for Studying Stable Iodide Uptake by the Thyroid. *J.Clin.Invest.* 40 (1961) 1984
107. WAYNE, E.J., D.A. KOUTRAS and W.D. ALEXANDER: *Clinical Aspects of Iodine Metabolism*. Blackwell Scientific Publications, Oxford 1964
108. WERNER, S.C., HAMILTON, H.B., LEIFER, E. and GOODWIN L.D.: An appraisal of the radioiodine tracer technique as a clinical procedure in the diagnosis of thyroid disorders. *J.Clin.Endocr.* 10 (1950) 212
109. WERNER, S.C., QUIMBY, E.H. and SCHMIDT, C.: Radioactive iodine in the treatment of toxic goiter and as an indicator of thyroid function in man. In *Brookhaven Conference Report*, July 1948, BNL-C-5-69. Upton, N.Y., Brookhaven National Laboratory, Associated Universities, Inc.

110. WÖHLER, J., H.G. HEINZE, C.R. PICKARDT, F. ERHARDT und P.C. SCRIBA: Eine neue, risikolose Methode zur Diagnostik dekompensierter autonomer Adenome der Schilddrüse.
Dtsch. med. Wschr. 99 (1974) 1240
111. WOLFF, J.: Transport of Iodine and Other Anions in the Thyroid Gland.
Physiol.Rev. 44 (1964) 45
112. WOLFF, J. and MAUREY, J.R.: Thyroidal iodide transport. III. Comparison of iodide with anions of periodic group VIIA.
Biochem.Biophys. Acta 57 (1962) 422

Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Hans-Georg Heinze danke ich für die Überlassung des Themas, für seinen Rat und seine Hilfe bei der Ausführung.

Ebenso bin ich den Herren Drs. K.J.Pfeifer und H.Ingrisch für ihre Unterstützung dankbar.

Für die Beratung bei der statistischen Auswertung danke ich Herrn Prof. Dr. K.Mai (AK Barmbek in Hamburg).

Für die Anfertigung der zahlreichen Abbildungen und die geduldige Schreibarbeit danke ich

Frau M.Schröder und A.Roth.

L e b e n s l a u f

Am 11. März 1947 in Oberhausen geboren , bestand ich am Gymnasium zu Bottrop, das ich seit Ostern 1957 besuchte, am 4. November 1966 die Reifeprüfung und studierte nach naturwissenschaftlichen Semestern in Köln und Bonn in München Medizin.

Die ärztliche Vorprüfung bestand ich im

September 1971 und das Staatsexamen am 9. Dezember 1974.

Das praktische Jahr verbrachte ich in der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf. Jetzt bin ich als Assistent im Pathologischen Institut des Allgemeinen Krankenhauses Barmbek in Hamburg beschäftigt.

